

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek
Institute for Marine Scientific Research

Prinses Elisabethlaan 69

MINISTERIE VAN LANDBOUW

~~8400 - Bruges - Belgium~~ Tel. 059 / 80 37 15

BESTUUR VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK

RIJKSCENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK
GENT

RIJKSSTATION VOOR ZEEVISSERIJ - OOSTENDE
Directeur : P. HOVART

Een studie van vitamines in zeevis

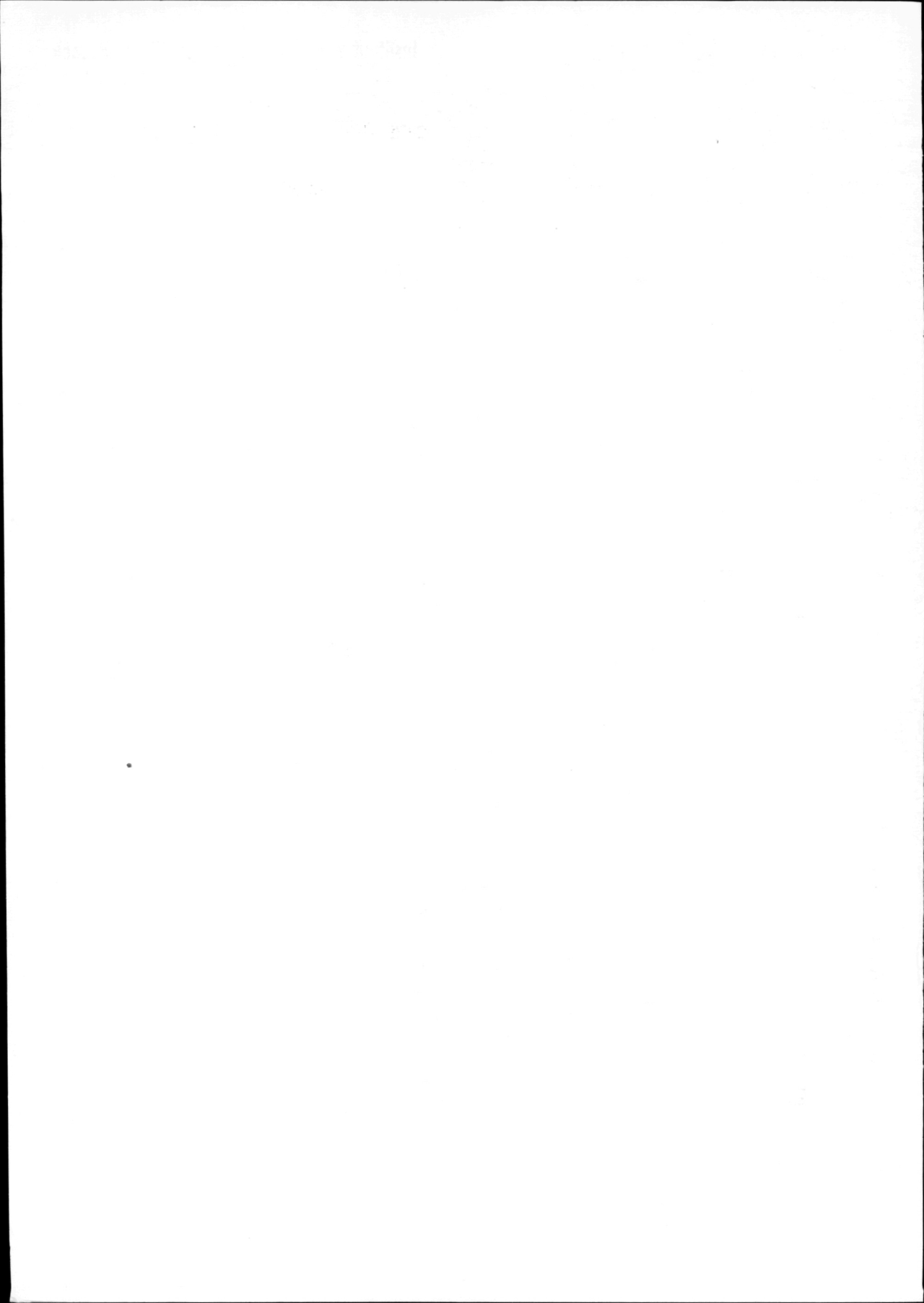
door

P. VAN DEN BROECK en W. VYNCKE



Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij (C.L.O. Gent)

Publikatie nr 77, 1973.



Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek
Institute for Marine Scientific Research

Prinses Elisabethlaan 69

MINISTERIE VAN LANDBOUW **8401 Bredene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15**

BESTUUR VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK

RIJKSCENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK
GENT

RIJKSSTATION VOOR ZEEVISSERIJ - OOSTENDE
Directeur : P. HOVART

Een studie van vitamines in zeevis

door

P. VAN DEN BROECK en W. VYNCKE

Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij (C.L.O. Gent)

Publikatie nr 77, 1973.

D/1973/0889/18

INHOUDSTAFEL.

	<u>blz.</u>
Inleiding	2
HOOFDSTUK I - ALGEMENE GEGEVENS	3
A. Vetoplosbare vitamines	
1. Vitamine A	3
2. Vitamine D	4
3. Vitamine E	5
4. Vitamine K	5
5. Vitamine F	6
B. Wateroplosbare vitamines	
1. Vitamine B ₁	6
2. Vitamine B ₂	7
3. Vitamine B ₆	8
4. Vitamine B ₁₂	9
5. Pantotheenzuur	9
6. Nicotinezuur	10
7. Foliumzuur	11
8. Biotine	11
9. Vitamine C	12
HOOFDSTUK II - VITAMINES IN VERSE VIS	13
A. Vetoplosbare vitamines	
1. Vitamine A	14
2. Vitamine D	18
3. Vitamine E	20
4. Vitamine K en F	21
B. Wateroplosbare vitamines	
1. Vitamine B ₁	21
2. Vitamine B ₂	24
3. Vitamine B ₆	25
4. Vitamine B ₁₂	27
5. Pantotheenzuur	29
6. Nicotinezuur	31
7. Foliumzuur	33
8. Biotine	34
9. Vitamine C	36
HOOFDSTUK III - INVLOED VAN BEWERKINGS- EN VER- WERKINGSPROCESSEN OP HET VITAMINE- GEHALTE IN VIS	37
A. Invloed van bakken, braden en koken	37
B. Invloed van diepvriezen en bewaren in ijs	39
C. Invloed van inblikken	42
D. Invloed van zouten, drogen en roken	44

Besluiten	50
Literatuur	52
Appendix	62
- Inleiding tot de tabellen	63
- Tabel A. 1 - Gehalte aan vitamine A in verse zee- vis.	64
- Tabel A. 2 - Gehalte aan vitamine D in verse zee- vis.	66
- Tabel A. 3 - Gehalte aan vitamine E in verse zee- vis.	67
- Tabel A. 4 - Gehalte aan vitamine B ₁ in verse zee- vis.	68
- Tabel A. 5 - Gehalte aan vitamine B ₂ in verse zee- vis.	71
- Tabel A. 6 - Gehalte aan vitamine B ₆ in verse zee- vis.	74
- Tabel A. 7 - Gehalte aan vitamine B ₁₂ in verse zee- vis.	76
- Tabel A. 8 - Pantotheenzuurgehalte in verse zeevis.	78
- Tabel A. 9 - Nicotinezuurgehalte in verse zeevis.	80
- Tabel A. 10 - Foliumzuurgehalte in verse zeevis.	83
- Tabel A. 11 - Biotinegehalte in verse zeevis.	84
- Tabel A. 12 - Gehalte aan vitamine C in verse zeevis.	86
- Tabel A. 13 - Vitaminegehalte van haring, sprout en makreel in blik	87
- Tabel A. 14 - Gehalten aan beta-caroteen, vitaminen C, D en E en foliumzuur in ingeblikte haring	90
- Tabel A. 15 - Vitaminegehalte van gezouten haring.	91
- Tabel A. 16 - Gehalte van vitamine B-complex in gedroogde vis	92
- Tabel A. 17 - Vitaminegehalte van enkele gerookte vis- soorten.	93

INLEIDING. (*)

Vis wordt algemeen als een belangrijke bron van vitamines aangezien. De kennis van deze vitamines is niet alleen belangrijk voor de diëtetiek, maar ook voor de voedingstechnologie, daar bepaalde vitamines op technologische processen van invloed zijn (bv. antioxiderende werking van vitamine E). De gegevens over deze verbindingen in vis zijn echter omwille van de grote diversiteit aan vissoorten en hun talrijke verwerkingsmogelijkheden, zeer verspreid en fragmentarisch in de literatuur te vinden. Het doel van deze studie is dan ook deze data te groeperen en onderling te vergelijken.

De studie werd beperkt tot zeevis behorende tot de soorten die normaal door de Belgische visserijvloot worden gevangen en aangevoerd. Wanneer dezelfde vissoorten in andere zeegebieden door vissers van andere landen werden gevangen, werden zij eveneens in de studie opgenomen.

De studie bestaat uit drie hoofdstukken. Het eerste hoofdstuk omvat een beknopte beschrijving van de vitamines, waarin aan hun voornaamste fysiologische en chemische eigenschappen alsmede aan hun bronnen, aan de dagelijkse behoefte en de gevolgen van hypoen hypervitaminose wordt herinnerd.

Het tweede hoofdstuk geeft de eigenlijke studie van vitamines in verse vis weer. De waarden van elke vitamine in vis worden telkens met die van enkele andere belangrijke dierlijke eiwitbronnen vergeleken. Deze laatste zijn gebaseerd op gegevens van Souci et al. (112).

(*) De eerstgenoemde auteur (P. Van den Broeck) was stagiair van het Hoger Technisch Instituut te Brugge, Afdeling Dieetkunde.

Het derde hoofdstuk tenslotte handelt over de invloed van bewerkings- en verwerkingsprocessen op het vitaminegehalte van vis. Die processen werden tot de voornaamste beperkt, nl. huishoudelijke bereidingen, diepvriezen, bewaring in ijs, inblikken, zouten, drogen en roken.

Om reden van overzichtelijkheid werden de tabellen van de vitamines in verse en bewerkte vis in appendix opgenomen. In de tekst wordt naar deze tabellen verwezen door de letter A, gevolgd door een cijfer.

HOOFDSTUK I - ALGEMENE GEGEVENS.

De gegevens van dit hoofdstuk zijn afkomstig van Den Hartog (41), Marks (90), Wagner en Folkers (123) en de Nederlandse voedingsmiddelentabel (96).

A. Vetoplosbare vitamines.

1. Vitamine A (Retinol, axerophthol)

Vitamine A speelt een rol bij de vorming van mucopolysacchariden, bij de eiwitsynthese, bij het stabiliseren van de membranen van mitochondria en lysosomen en bij de produktie van steroidhormonen. De vitamine beïnvloedt ook de aanpassing van de ogen aan de duisternis.

Vitamine A is een vetoplosbare alcohol met verschillende isomere vormen. De meest actieve vorm is het trans-isomeer "retinol". Vitamine A komt alleen voor in het dierlijk organisme (vooral in de lever), doch provitaminen A (de carotenofden) waaronder het beta-caroteen, komen ook in het plantenrijk voor. Teoretisch zouden bij splitsing van 1 molekule caroteen, 2 molekulen vitamine A worden gevormd. Het maximale rendement bedraagt echter slechts 50 %. Daarenboven wordt van het in de darm aanwezige beta-caroteen, slechts een gedeelte geresorbeerd.

Als dagbehoefte in een gemengde voeding (waarin 2/3 van de vitamine A als caroteen wordt opgenomen) worden volgende hoeveelheden aanbevolen :

- volwassenen en kinderen vanaf 13 jaar : 5.000 I. E.
- zuigelingen en zogenden : 6.000 - 8.000 I. E.
- kinderen van 1 tot 12 jaar : 1.500 - 4.500 I. E.

De gevolgen van vitamine A tekort uiteten zich vooral in de huid (verhoorning) en de ogen. Bij de afwijkingen aan de ogen onderscheidt men : de aantasting van de retina (nachtblindheid) en van de cornea (xerophthalmie).

Overdosering van vitamine A kan een droge huid, hepatomegalie en pijnlijke gezwellen veroorzaken.

2. Vitamine D (Calciferol, ergosterol).

Vitamine D is nauw bij het calcium- en fosformetabolisme betrokken. De exakte rol is echter niet gekend. De voornaamste werking van vitamine D bestaat in het verhogen van de adsorptie van calcium en fosfor uit de darm. Zij heeft ook een invloed op het verkalkingsproces door de opname van mineralen in de beenderen te doen toenemen.

Vitamine D komt onder verschillende vormen voor. Vitamine D₃ (cholecalciferol) wordt onderhuids gevormd door inwerking van UV-licht op 7-dehydrocholesterol. De vitamine D₂ (ergosterol) bezit echter de grootste vitamineaktiviteit.

De actieve vorm van de vitamine D is in de natuur weinig verspreid. De enige rijke bronnen zijn de lever en ingewanden van vis. Provitamine D komt evenwel in een groot aantal groenten voor.

De normale menselijke behoefte is tot op heden niet juist bekend. Een dagelijkse verstrekking van 400 tot 1.000 I. E. in afwezigheid van zonlicht wordt aangeraden voor zwangeren, zogenden en kinderen.

Bij kinderen uit een hypovitaminose D zich door het ontwikkelen van rachitis. De hoofdsymptomen zijn vooral misvormingen

en weekheid van de beenderen. Volwassenen gaan door een tekort lijden aan osteomalacie, die ook door beendermisvormingen wordt gekenmerkt. Hypervitaminose veroorzaakt een uitgebreide verkalking van zachte weefsels, waaronder longen en nieren.

3. Vitamine E (Tocoferol).

De juiste rol van vitamine E in het lichaam is evenmin bekend. Wel weet men dat zij als anti-oxidans een beschermende werking heeft op onverzadigde vetzuren, vitamine A en caroteen. Tocoferol zou wel in de intracellulaire ademhaling tussenkomen.

Van de verschillende verwante tocoferolen die uit natuurlijke bronnen werden gefsoleerd, heeft alfa-tocoferol de hoogste vitaminewerking. Alfa-tocoferol is gevoelig voor zuurstof, alkaliën en UV-licht ; in afwezigheid van zuurstof is het bestand tegen zuren en hoge temperaturen.

Vitamine E is van plantaardige oorsprong. Vooral tarwekiemolie en sojabonen zijn rijk aan tocoferol. Ook groenten, fruit en lever bevatten relatief grote hoeveelheden van de vitamine.

De dagelijkse behoefte voor een volwassene, met een normale voeding, bedraagt 3 tot 15 mg en voor kinderen 5 tot 10 mg. De nodige hoeveelheid vitamine E hangt van het gehalte aan onverzadigde vetzuren in de voeding af.

Normaal komt vitamine E deficiëntie niet voor.

4. Vitamine K (Naftochinon).

De belangrijkste rol van vitamine K is de produktie van bepaalde coagulatiefactoren in het bloedplasma. Die factoren worden in aanwezigheid van zeer kleine hoeveelheden vitamine E in de lever gesynthetiseerd.

Een groot aantal chemische verbindingen bezit een bepaalde vitamine K-aktiviteit. De voornaamste vormen van de vitamine zijn de vitaminen K_1 en K_2 .

Spinazie, varkenslever en sommige koolsoorten zijn goede bronnen van vitamine K. Sommige darmbacteriën kunnen echter ook de vitamine synthetiseren.

De produktie van de darmflora voorziet ruimschoots in de dagelijkse behoefte van een gezonde volwassene. De behoefte van de volwassene zou 4 mg per dag bedragen en die van de pasgeborene met een niet ontwikkelde darmflora 1 mg.

Bloedingen door vitamine K-tekort zijn meestal het gevolg van een onvoldoende inname van vitamine K bij pasgeborenen met een onontwikkelde darmflora, malabsorptie in darm, anticoagulatetherapie (toediening van cumarine) en een ondoelmatig gebruik van vitamine K in het lichaam.

5. Vitamine F.

Als vitamine F worden soms de essentiële vetzuren linolzuur, linoleenzuur en arachidonzuur aangeduid. Daar deze stoffen in de recente literatuur niet meer als vitaminen worden opgegeven, worden zij hier dan ook niet verder omschreven.

B. Wateroplosbare vitaminen.

1. Vitamine B_1 (Thiamine, Aneurine).

Thiamine is een voorname faktor in het sacchariden-metabolisme. Het is een co-carboxylase, nl. het co-enzyme thiamine-pyrofosfaat (TPP) van een enzymensysteem, dat CO_2 afsplitst van pyrodruivenzuur.

Vitamine B₁ is gevoelig aan UV-licht en hittestabiel bij een pH beneden 5 of in kristallijne toestand ; in neutraal of alkalisch milieu wordt het vernietigd, respektievelijk bij een temperatuur van 120 en 100°C.

De vitamine komt in praktisch alle planten- en dierenweefsels voor. Hoge concentraties treft men in gist en in het scutellum en de kiemen van granen aan.

De behoefte aan thiamine stijgt bij een hoge saccharideninname en daalt wanneer eiwitten en vetten het grootste deel van de calorieëninname vertegenwoordigen. De behoefte stijgt tijdens periodes van verhoogde metabolische activiteit, zoals bij koorts en zwangerschap. Aangeraden wordt een inname van 0,5 mg per 1.000 cal. of een dagelijkse behoefte van 0,4 tot 2,0 mg, afhankelijk van het geslacht, leeftijd, werkzaamheid en fysische toestand.

Tekort aan thiamine geeft afwijkingen in de perifere functie van de zenuwen, die tot verlammingen kunnen leiden (beri-beri).

2. Vitamine B₂ (Riboflavine, Lactoflavine)

Vitamine B₂ is belangrijk bij het waterstoftransport, het sacchariden- en eiwitmetabolisme en de omzetting van sacchariden en aminozuren tot vetzuren.

Riboflavine is thermostabiel bij normale temperaturen ; het wordt niet door zuurstof en sterke zuren aangetast. In aanwezigheid van alkaliën, licht en UV-licht treedt vernietiging op.

De vitamine komt verspreid in bladgroenten, in vlees van warmbloedige dieren en in vis voor.

De dagelijkse behoefte aan riboflavine varieert van 0,6 tot 2,5 mg, naargelang leeftijd, geslacht, werkzaamheid en fysische toestand.

Typisch voor een riboflavine-deficiëntie is een rood geschilferde huidaandoening in de plooien tussen neus en mondhoek. Ook aan het oog zijn afwijkingen vastgesteld, o.m. een sterke toeneming van de kleinste bloedvaatjes rond het hoornvlies.

3. Vitamine B₆ (Pyridoxine).

Vitamine B₆ komt in voedingsmiddelen onder drie vormen voor, nl. pyridoxine (alkohol ; nieuwe naam : pyridoxol), pyridoxaal (aldehyde) en pyridoxamine (amine). In het lichaam worden deze stoffen omgezet tot de enzymatische actieve vorm van pyridoxaal-5-fosfaat, dat een rol vervult in het metabolisme van eiwitten, vetten en sacchariden. Pyridoxine is werkzaam bij de omzetting van linol-zuur tot arachidonzuur.

Pyridoxine weerstaat niet aan hoge temperaturen, zuren en UV-licht.

Men treft het pyridoxine in goede hoeveelheden in lever, vis, vlees en bruin brood aan.

In de dagelijkse behoefte van gezonde volwassenen wordt voldoende voorzien met 1,5 tot 2,0 mg per dag. Bij kinderen bedraagt de aanbevolen hoeveelheid slechts 0,4 mg per dag, terwijl bij zwangeren en zogenden deze hoeveelheid tot 10 mg per dag stijgt.

Bij proefpersonen met een pyridoxine-deficiënt dieet gevoed, constateerde men een op seborrhoea gelijkende laesies voor ogen, neus en mond, een hypochromatische anemie en de onmogelijkheid om tryptofaan in nicotinezuur om te zetten.

4. Vitamine B₁₂ (Cobalamine)

De absorptie van vitamine B₁₂ grijpt enkel plaats in het ileum en dit slechts in aanwezigheid van een intrinsieke (gastri- tische) faktor. Cobalamine is onmisbaar voor de aanmaak van bloed, de purine- en pyrimidinestofwisseling, het metabolisme van het zenuw- weefsel en talrijke aminozuren. Er zou ook een interrelatie bestaan tussen de fysiologische aktiviteit van vitamine B₁₂ en foliumzuur.

Cobalamine is labiel t. o. v. licht, sterke zuren en basen.

Vitamine B₁₂ komt hoofdzakelijk voor in voedsel van dierlijke oorsprong. Klaarblijkelijk is mikrobiologische synthese de enige bron van de vitamine.

De minimum behoefte van de mens zou 0,6 tot 1,2 μ g per dag bedragen; zodat als optimale hoeveelheid 2,8 μ g per dag wordt aanbevolen.

Deficiëntie ontstaat door een onvoldoende aanmaak door het maagslijmvlies en uit zich door het optreden van pernicieuse anemie.

5. Pantotheenzuur (vitamine B₅)

Pantotheenzuur is een onderdeel van co-enzyme A. Dit co-enzyme A neemt een sleutelpositie in bij de acetyleringsproces- sen in het metabolisme van vetten, sacchariden en aminozuren. Ace- tyl-co-enzyme A is o. m. vereist voor de synthese van vetzuren, cholesterol, hormonen en sommige aminozuren.

Pantotheenzuur is niet stabiel in aanwezigheid van zuren en basen. De vitamine is tevens hittelabel.

De vitamine komt voor in alle dierlijke en plantaardige cellen. De rijkste bronnen zijn gist en lever.

Volgens de geraadpleegde bronnen varieert de dagelijkse behoefte van 5 tot 15 mg per dag.

Normaal voorziet de voeding genoeg in de dagbehoefte. Tekort aan pantotheenzuur veroorzaakt duizeligheid, vermoeidheid, spierslapte en versnelde polsslag.

6. Nicotinezuur (Niacine, vitamine P P).

Nicotinezuur maakt deel uit van enzymensystemen, die betrokken zijn bij het metabolisme, voornamelijk als co-enzymen (DPN en TPN) in de dehydrogenasen, enzymen die oxidatie bewerkstelligen door overdracht van waterstof uit een verbinding op een enzym. Zij vervullen een belangrijke rol in de verschillende stadia van de citroenzuurcyclus.

Nicotinezuur is stabiel t. o. v. hitte, licht, lucht, alkaliën en zuren.

Rijke bronnen van nicotinezuur zijn vlees, vis en tarwe. In tarwe en mals komt de vitamine echter hoofdzakelijk onder haar gebonden vorm voor. Die vorm is niet resorbeerbaar door de darm. Ook voedingsstoffen, rijk aan tryptofaan, kunnen goede nicotinezuurbronnen zijn in de menselijke voeding. Tryptofaan wordt in de stofwisseling voor een klein deel in nicotinezuur omgezet ; voor de rest wordt het gebruikt voor de opbouw van lichaameiwit.

De dagelijkse behoefte schommelt tussen de 6 en 22 mg, naargelang leeftijd, geslacht, werkzaamheid en lichamelijke gesteldheid.

Nicotinezuurdeficiëntie is één van de hoofdoorzaken bij de ontwikkeling van pellagra. De voornaamste symptomen zijn diarrhee, huidafwijkingen en geestelijke zwakheid.

7. Foliumzuur (Vitamine M, Vitamine Bc, P.G.A.)

Foliumzuur speelt een rol in sommige stofwisselingsprocessen, zoals bij de synthese of afbraak van purinestoffen, tyrosine, glutaminezuur, creatinine, choline en fibrinogeen.

Foliumzuur is bestendig ten opzichte van warmte en in neutraal en basisch milieu. Het is lichtgevoelig en niet stabiel in zuur midden. Door koken gaat ongeveer de helft verloren.

De vitamine komt in grote hoeveelheden voor in groene bladgroenten, lever en nieren.

De juiste dagelijkse behoefte is niet bekend. Men meent echter dat 0,1 tot 0,2 mg per dag voldoende is en dat die behoefte stijgt bij zwangerschap.

Het typische deficiëntieverschijnsel bij de mens is een megaloblastische ontwikkeling van rode bloedcellen in het beenmerg, resulterend in macrocytaire anemie.

8. Biotine (Vitamine H).

Biotine kan als co-enzyme fungeren in het intermediair metabolisme van eiwitten, vetten en sacchariden.

In zuivere toestand is de vitamine hittestabiel en wordt niet door zuren en basen afgebroken.

Biotine komt in alle dieren- en plantenweefsels in kleine hoeveelheden voor. Nieren, lever en gist zijn rijk aan biotine. Een klein gedeelte wordt door de darmflora gesynthetiseerd.

De behoefte kan moeilijk worden bepaald en varieert in de literatuur van 10 tot 300 μ g per dag.

Deficiëntiesymptomen komen bij de mens praktisch niet voor. Zij uiten zich hoofdzakelijk door huidsymptomen.

9. Vitamine C (Ascorbinezuur).

Vitamine C heeft een rol bij de vorming van collageen, de ijzerresorptie, de omzetting van foliumzuur tot zijn actieve faktor, de cholesterolstofwisseling en enkele enzymenactiviteiten. De vitamine oefent ook een sparende werking uit op de vitaminen A, E en B.

Ascorbinezuur bestaat in zijn kristallijne vorm uit kubus- of balkvormige kristallen, die oplosbaar zijn in water. In deze toestand is het weerstandig aan lucht, doch in waterige oplossing wordt het snel en onomkeerbaar geoxideerd. Sporen van zware metalen kataliseren deze reactie.

Ascorbinezuur komt vooral in hoge concentraties in citrusvruchten en groene groenten voor.

De minimum behoefte van vitamine C voor de volwassene wordt geschat op 0,4 tot 0,5 mg per kilogram lichaamsgewicht per dag. De dagelijkse optimale hoeveelheid zou 50 tot 100 mg bedragen. Bij zwangerschap en lactatie raadt men hogere dosissen (100 tot 150 mg) aan.

Tekort aan vitamine C uit zich door scheurbuik, een ziekte die gekarakteriseerd is door het optreden van talrijke bloedingen.

HOOFDSTUK II - VITAMINES IN VERSE VIS.

Tabel 1 geeft de lijst van de bestudeerde vissoorten met de Nederlandse naam volgens Muus (95) en de overeenkomstige wetenschappelijke benaming ten einde mogelijke verwarring te voorkomen.

Tabel 1 - Lijst van de bestudeerde vissoorten.

Bot	Platichtys (Pleuronectes) flesus.
Congeraal (zeepaling)	Conger conger
Doornhaai	Squalus acanthias
Elft	Alosa alosa
Geep	Belone belone
Grauwe poon	Trigla gurnardus
Griet	Scophthalmus rhombus
Grondel (soorten)	Gobius spp.
Harder (soorten)	Mugil spp.
Haring	Clupea harengus
Heek (zie stokvis)	
Heilbot (wit)	Hippoglossus hippoglossus
(zwart)	Reinhardtius hippoglossoides
Horsmakreel	Trachurus trachurus
Kabeljauw	Gadus morhua (callarias)
Koolvis	Gadus (Pollachius) virens
Lange schar	Hippoglossus platessoides
Leng	Molva molva
Lom	Brosme brosme
Makreel	Scomber scombrus
Makreelhaai	Isurus oxyrinchus
Neushaai	Lamna nasus

Noorse schelvis (rode zeebaars)	Sebastes marinus
Pollak	Gadus (Pollachius) pollachius
Rode poon	Trigla lucerna
Rog (soorten)	Raja spp.
Schar	Limanda limanda
Schelvis	Gadus (Melanogrammus) aeglefinus
Schol	Pleuronectes platessa
Spiering	Osmerus eperlanus
Sprot	Clupea sprattus
Stokvis (heek)	Merluccius merluccius
Tarbot	Scophthalmus (Rhombus) maximus
Tong	Solea solea (vulgaris)
Tongschar	Microstomus (Pleuronectes) microcephalus (kitt)
Toonhaai	Mustelus mustelus
Vleet	Raja batis
Wijting	Gadus (Odontogadus) merlangus
Zeeduivel	Lophius piscatorius
Zeepaling (zie congeraal)	
Zeeprik	Petromyzon marinus
Zeewolf	Anarhichas lupus

A. Vetoplosbare vitamines.

1. Vitamine A.

De waarde van het in de literatuur vermelde vitamine A-gehalte blijkt van de gebruikte analysemetode af te hangen. Zo besloten Scheunert et al. (106) in 1956 dat verschillende kommercieel belangrijke vissen, waaronder haring, een onbeduidende hoeveelheid vitamine A in in het visvlees bevatten. Met de door deze onderzoeker aangewende fysiko-chemische methoden kon men echter weinig of geen vitamine A

vinden (39). Tijdens hetzelfde jaar toonden Junker's biologische proeven op haring (68) een vitamine A concentratie aan in het spierweefsel gaande van 0,015 tot 0,126 mg/100 g (respektievelijk 49,5 tot 415,8 I. E.).

De herkomst van vitamine A in verse vis is nog grotendeels onopgelost. Aangenomen wordt dat de grotere vissen de vitamine bekomen door het eten van kleinere soorten, die op hun beurt vitamine A halen uit plankton (66). Tijdens de lente domineert het fytoplankton. Het bevat voornamelijk beta-caroteen, dat door de vis tot axerophthol wordt omgezet(97). Op het einde van de zomer overheerst het zoöplankton, bestaande uit kleine schaaldieren, eieren en larven, Bepaalde van deze samenstellende organismen, zijn rijk aan vitamine A (bv. *Meganystiphanes norvegica* : 26.000 I. E./100 g), andere bezitten een laag gehalte (bv. copepoden : 0,3 I. E./100 g) en sommige bevatten zelfs geen. Het zoöplankton is ook rijk aan astaxanthine. Uit deze gegevens stelden enkele onderzoekers volgende hypothesen :

1. - Astaxanthine is de voorloper van vitamine A (45),
2. - Vitamine A uit zoöplankton wordt door de vis aangewend als bron voor de bouw van axerophthol (44),
3. - De copepoden bevatten een niet-carotenofde voorloper van vitamine A (76).

Vitamine A komt als dusdanig in vis niet voor, wel als vitamine A₁ of A₂. Lange tijd nam men aan dat vitamine A₂ eigen aan de zoetwatervissen zou zijn. Wald (158) postuleerde in 1953 dat de zoutwatervis alleen vitamine A₁ voorkomt, terwijl in zoetwatervis overwegend vitamine A₂ aanwezig is. Vis die zowel in zoetwater als in zoutwater een periode van zijn leven doorbrengt, zou zowel vitamine A₁ als A₂ bevatten.

Collins et al. (26) verklaarden dat de verhouding A_1/A_2 afhankelijk is van twee factoren, nl. de verhouding van provitamine A_1 en A_2 in het voedsel en de mogelijkheid om deze provitaminen om te zetten.

Recente onderzoeken bewijzen de onjuistheid van deze stellingen. Aangenomen wordt dat normaal zowel vitamine A_1 als A_2 in de vis voorkomt, ongeacht het leefmilieu. Bij zoetwatervissen vindt men nochtans gemakkelijk hoge waarden voor vitamine A_2 , terwijl dit gehalte bij zeevissen gelegen is tussen 0 en 75 % (16). Bepalend is wel de voedingstoestand van de vis. Bij de kust- en pelagische vissen (o.m. pollak en makreel) stelt men een hoger gehalte aan A_2 vast dan bij de bodemvissen (o.m. schelvis en heilbot) (38).

In beenvissen treft men wat meer vitamine A aan in de rode spieren dan in de witte (53) (*). Uitzonderingen zijn nochtans enkele haaien, waaronder de doornhaai, waarin volgende gehalten werden gevonden (54)*:

Wit vlees : 5.240 I. E. /100 g

Donker vlees : 2.130 I. E. /100 g

Dit kan wellicht verklaard worden door de fysiologische verschillen tussen de beenvissen en deze meer primitieve kraakbeenvissen.

(*) De witte spieren (Musculi longissimi dorsi) vormen de overgrote meerderheid van het visvlees. De rode of donkere spieren (Musculi laterales superficiales) liggen in dunne lagen onder de huid. Zij zijn vooral van betekenis bij pelagische vissen (haring, makreel, enz.).

Uit een studie van negen kommerciële vissoorten besloten Hirao et al. (57) dat bij dezelfde vis, het vitamine A-gehalte afhankelijk is van de lokalisatie in het lichaam. De auteurs stelden daaruit volgende hypothese : wanneer vet en vitamine A vanuit de betreffende organen over de verschillende plaatsen in het lichaam worden verspreid, worden deze er in een bepaalde mate afhankelijk van de plaats in het lichaam verbruikt. Zo vond men dat in de doornhaai een grotere vitamine A-koncentratie voorkomt in het voorste gedeelte van de vis dan in het staartgedeelte. Ook is het gehalte hoger inwendig, dan meer naar de oppervlakte van de vis toe. Tenslotte bleken platvissen meer vitamine A aan de oogzijde te bevatten dan aan de blinde lichaamshelft.

Zeepaling bevat waarschijnlijk het hoogste gehalte aan vitamine A van de in tabel A.1 vermelde vissen (1.000 - 2.000 I. E./100 g). Opvallend zijn de waarden afkomstig van de Japanner Higashi (53) (54), die meestal hoger zijn dan die van de Europese auteurs. De verklaring ligt blijkbaar in het verschil van visgronden, waar de onderzochte vissen werden gevangen. Naast sprout met 100 tot 1.000 I. E. vitamine A/100 g, overtreffen de hoeveelheden van de vitamine bij de andere vissen nooit de 400 I. E./100 g de waarden van Higashi buiten beschouwing gelaten.

Tabel 2 geeft een vergelijking van de gehalten aan vitamine A in enkele dierlijke produkten.

Tabel 2. - Gehalte aan vitamine A in enkele dierlijke produkten, uitgedrukt in I. E. per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddelde</u>	<u>Spreading</u>
Rundslever	27.522 /	9.900 - 43.500
Varkenslever	11.682 /	7.920 - 14.058
Zeepaling		1.000 - 2.000
Emmentalerkaas 45 %	1.221 /	462 - 1.980
Goudakaas 45 %	858	

(vervolg)	<u>Gemiddelde</u>	<u>Spreiding</u>
Ei	726 /	600 - 825
Sprot		100 - 1.000
Zeevis (uitgezonderd sprot en zeepaling)		0 - 400
Volle melk (rauw)	99 /	73 - 109
Rundsvlees (mager)	10	
Varkensvlees (mager)	sporen	

De vette vissoorten (zeepaling en sprot) zijn goede bronnen van vitamine A. Het eten van deze vissoorten kan belangrijk tot het dekken van de dagbehoefte bijdragen.

2. Vitamine D.

Over de herkomst van vitamine D in verse vis werd reeds heel wat gediskussieerd. Een eerste groep onderzoekers meende dat de provitamine D in de visweefsels werd omgezet tot vitamine D door U. V. -bestraling op de lichaamsoppervlakte, zoals dit het geval is bij de zoogdieren. Zo bekwamen Bukin en Erofeeva (23) door bestraling van visvetten, die enkel provitamine D bevatten, vitamine D in hoge aktiviteit (16.000 tot 32.000 I. E. /g). Een zeewolf, gekweekt in een akwarium en gevoed met vlees zonder vitamine D, synthetiseert zelf vitamine D. Bills (8) kwam tot dit besluit daar de olie uit de inwendige organen, dezelfde vitamine D bevatte als in de zee gevangen vis. Daarentegen verklaarden Hess et al. (51) dat bij toedienen van cholesterol (I. M. of P. O.) aan een gekweekte kabeljauw, er geen enkel bewijs van omzetting kon worden gevonden. Omzetting door U. V. -licht zou helemaal niet doorgaan, daar de actieve zonnestralen slechts tot op 1 m diepte in het water doordringen en de vis gewoonlijk veel dieper, buiten het bereik van deze stralen leeft (31).

Een tweede groep navorsers beschouwde het voedsel als bron van vitamine D. De door de golfstroom verspreide drijvende bruine algen of *Sargassum* (afkomstig van de Caraïbische zee) huisvesten grote hoeveelheden weekdieren, garnalen en kleine invertebraten. Deze organismen en de thallus van de algen zelf, die 3 % olie (met antirachitische faktor) op de droge stof bevatten, zouden een belangrijke vitamine D-bron voor de vis betekenen (31). Voordien vonden ook Drummond en Gunther (35) (36) en Copping (27) belangrijke hoeveelheden vitamine D in zoöplankton.

Vitamine D komt praktisch alleen voor in vette vissoorten. Kraakbeenvissen bevatten minder dan beenvissen (16). Pelagische vissen zijn rijk aan de vitamine. Haring, makreel en sprat bevatten gemiddeld 600 - 800 I. E. /100 g vlees. Zeeprik, die deze soorten parasiteert, vertoont eveneens een waarde van 600 I. E. /100 g (zie tabel A.2).

Tabel 3 - Vitamine D-gehalte in enkele dierlijke produkten, uitgedrukt in I. E. per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddeld</u>	<u>Spreading</u>
Haring, makreel, sprat en zeeprik		600 - 800
Ei	200	
Emmentalerkaas 45 %		50 - 200
Varkenslever		20 - 200
Goudakaas 45 %	50	
Volle melk (rauw)	4	0,3 - 8

Uit tabel 3 die een vergelijking van het gehalte aan vitamine D in enkele dierlijke produkten geeft, volgt dat vette zeevis als de belangrijkste dierlijke bron van vitamine D kan beschouwd worden en vooral tijdens de winterperiode belangrijk tot de dagbehoefte kan bijdragen.

3. Vitamine E.

De eerste publikaties op dit gebied handelden uitsluitend over het vitamine E-gehalte in levertraan (106). Eerst vanaf 1959 werd alfa-tocoferol in vis in grote mate onderzocht.

Het tocoferolgehalte in vis staat waarschijnlijk geheel onder de invloed van het voedsel : fytoplankton en algen (16). Vitamine E fungeert als biologische anti-oxidans voor het hoge vetgehalte in visvlees en organen. Daardoor is het gehalte aan vitamine E nauw verbonden met het gehalte aan olie (46). Een stijging van het oliegehalte heeft aldus een stijging van het tocoferolgehalte tot gevolg (zie tabel 4).

Tabel 4 - Tocoferol en lipidgehalte van rood en wit spierweefsel van kabeljauw (met aanduiding van de maand van de vangst, lengte en gewicht van de vis) (1).

	<u>Vit. E</u> <u>(mg/100 g)</u>	<u>Lipid.</u> <u>mg/100 g)</u>
Wit vlees (december ; 38 cm; 0,75 kg)	0,17	24
	0,22	29
(december ; 44 cm; 0,91 kg)	0,23	31
(december ; 53 cm; 1,4 kg)	0,24	31
	0,24	33
Rood vlees (januari)	1,15 - 1,17	63

Uit tabel 4 blijkt eveneens dat donker visvlees meer vitamine E bevat dan wit vlees. Volgens Ackman (1) is dat het gevolg van een verschil in metabolische activiteit van de spierweefsels. Het valt ook op te merken dat er bij het normale vlees een relatie bestaat tussen het vitamine E- en lipidgehalte enerzijds en de grootte van de kabeljauw anderzijds.

In tabel A.3 kan men de hoogste alfa-tocoferolgehalten vaststellen bij makreel, doornhaai, haring, rode zeebaars

en zeewolf. Aan het tocoferolgehalte in zeewolf kan getwijfeld worden, daar de genoteerde waarden een tienvoud van elkaar verschillen.

Tabel 5 - Alfa-tocoferolgehalte van enkele dierlijke produkten, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddelde</u>	<u>Spreading</u>
Makreel	1,6	
Doornhaai	1,25 /	0,9 - 2,9
Haring		0,5 - 1,8
Noorse schelvis	1,25	
Ei	1,0 /	0,5 - 1,5
Kalfslever		0,9 - 1,6
Varkenslever	0,45	
Edammer 45 %		0,40 - 0,43
Emmentaler 45 %		0,33 - 0,36
Volle melk (rauw)	0,070	

Uit tabel 5 blijkt dat zeevis de belangrijkste dierlijke bron van alfa-tocoferol in de menselijke voeding is.

4. Vitamine K en F.

Over de gehalten van de vitamines K en F in visvlees werd in de literatuur niets aangetroffen.

B. Wateroplosbare vitamines.

1. Vitamine B₁

In een en dezelfde vissoort is niet zo een groot individueel verschil in thiaminegehalte, zoals dit bij de vetoplosbare vitamines het geval is. Thiamine wordt enkel opgenomen door het visweefsel in die hoeveelheid nodig voor het metabolisme ; boven deze limiet wordt het niet meer opgestapeld (53).

Donker visvlees bevat meer thiamine dan wit. Dit werd ondermeer aangetoond door Hieda (52) en Higashi (53) :

- | | |
|--------------------|--|
| - Horsmakreel (52) | wit vlees 0,15 mg B ₁ /100 g |
| | donker vlees 0,33 mg B ₁ /100 g |
| - Makreel (53) | wit vlees 0,08 mg B ₁ /100 g |
| | donker vlees 0,88 mg B ₁ /100 g |

Het grote probleem in verband met thiamine, is het al of niet aanwezig zijn van het enzym "thiaminase" dat in staat is de vitamine B₁ te inaktiveren. Het enzym put de thiaminereserve van het organisme uit door de snelle splitsing van de vitamine tussen zijn pyrimidine- en thiazoolvormen (123).

Men dacht aanvankelijk dat dit enzym typisch was voor zoetwatervissen, ondermeer door de resultaten van Deutsch en Hasler die in 1943 thiaminase vonden in 15 van de 31 onderzochte zoetwatervissoorten en in geen enkele van de 9 zoutwatervissoorten (34). Dit werd echter door Lieck en Agren (80) in 1944 weerlegd. Deze onderzoekers konstateerden 10 positieve zoetwatersoorten op 29 en 1 positieve zoutwatervissoort op 9. Dit laatste werd later bevestigd door Neilands et al. (98). Het enzym kan men o.m. aantreffen bij Atlantische haring. Volgens Higashi (53) komt het in Europese haring niet voor.

In tabel A.4 kan men het geringe verschil tussen de diverse vissoorten vaststellen. De waarden zijn meestal gelegen tussen 0,1 en 2,0 mg/100 g. Bot en schol blijken het meeste thiamine te bevatten. Opvallend laag zijn de cijfers voor haring en sprot, wanneer men weet dat deze vissen rijk zijn aan donker visvlees.

Tabel 6 - Thiaminegehalte van enkele dierlijke produkten, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddelde</u>	<u>Spreiding</u>
Varkensvlees (mager)	0,90	
Varkenslever	0,31 /	0,25 - 0,40
Rundslever	0,30 /	0,23 - 0,40
Bot en schol	0,15	
Rundsvlees (mager)	0,11 /	0,09 - 0,15
Ei	0,10 /	0,07 - 0,14
Makreel	0,10 /	0,016 - 0,20
Braadkip	0,083/	0,050 - 0,13
Volle melk (rauw)	0,036/	0,03 - 0,04
Goudakaas 45 %	0,030	

Uit tabel 6 volgt dat zeevis een middelmatige hoeveelheid vitamine D₁ bevat, die echter gunstig in verhouding tot de calorieën die zij leveren is (zie tabel 7).

Tabel 7 - Thiamine in dierlijke eiwitbronnen in verhouding tot hun calorieënwaarde.

<u>Voedingsmiddel</u>	<u>Kalorieën</u>	<u>Thiamine in μg per 100 g</u>	<u>Verhouding Thiamine/Cal.</u>
Varkensvlees	134	900	6,7
Bot	79,3	150	1,89
Ei	167	100	0,59
Makreel	193	100	0,52
Goudakaas	401	30	0,075

2. Vitamine B₂

Uit analyses verricht bij 19 stuks kabeljauw, met een gewicht gaande van 0,48 tot 7,69 kg, bleek het vitaminegehalte onafhankelijk van de grootte te zijn (12). Als gemiddelde waarde werd 0,085 mg B₂/100 g visvlees bekomen, met een standaard afwijking van 0,0054 mg/100 g.

In donkere spieren is de hoeveelheid vitamine B₂ groter dan in witte (12) (61) (zie tabel 8). Bij pelagische soorten is deze hoeveelheid 10 tot 20 maal hoger dan bij dieper levende vissen (62).

Tabel 8 - Riboflavinegehalte (totaal vitamine B₂) in donker en normaal vlees, uitgedrukt in mg/100 g eetbaar gedeelte (61).

	<u>Donker vlees</u>	<u>Wit vlees</u>
Horsmakreel	2,09	0,08
Makreel	2,21	0,19
Harder	1,01	0,08

Riboflavine komt in de grootste hoeveelheden voor in zeepaling, makreel, rog, sprot, haring, rode zeebaars en koolvis (zie tabel A. 5). Een gemiddelde waarde voor zeevis is moeilijk te bepalen. Het gehalte aan riboflavine schommelt tussen 0,4 en 0,01 mg/100 g. Aan te stippen valt het hoge cijfer voor kabeljauw door Braekkan (16) opgegeven. Ook het getal gegeven door Schormüller (108) voor congeraal lijkt twijfelachtig. Daarom werd ter vergelijking (en bij gebrek aan andere waarden voor verse zeepaling) het gehalte van gekookte conger in de tabel opgenomen.

Tabel 9 - Riboflavinnegehalte in enkele dierlijke eiwitbronnen, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddelde</u>	<u>Spreiding</u>
Varkenslever	3,17 /	2,98 - 3,70
Rundslever	2,88 /	2,08 - 3,33
Rog, zeepaling, makreel	0,4	
Gesmolten kaas 45 %	0,38 /	0,30 - 0,45
Ei	0,31 /	0,29 - 0,62
Rundsvlees (mager)	0,20 /	0,15 - 0,25
Varkensvlees (id.)	0,20	
Goudakaas 45 %	0,20	
Volle melk (rauw)	0,18 /	0,10 - 0,20
Braadkip	0,16 /	0,11 - 0,25
Zeevis (spreiding)		0,01 - 0,4

Het voedingsbelang van zeevis en vlees is ongeveer gelijk (tabel 9). Naast de plantaardige bronnen (groenten, brood) dragen zij ook bij tot het dekken van de dagelijkse behoefte aan vitamine B₂.

3. Vitamine B₆

De waarde van de in de literatuur vermelde gehalten wordt beïnvloed door het feit dat een aantal van de overheersende visbedervende bacteriën B₆ kunnen synthetiseren (49).

Het gehalte aan vitamine B₆ is in witte en rode spieren gelijk. Dit was het besluit van een onderzoek op kabeljauw, koolvis, leng en lom door Braekkan in 1965 (17). Deze besluiten werden door de bevindingen van Higashi bevestigd (54). Hij bekwam voor makreel volgende cijfers :

- wit vlees : 1,4 mg/100 g.
- donker vlees : 1,0 mg/100 g.

Er zijn belangrijke verschillen tussen pelagische, bodem-, stand- en trekvis (53) (66). De waarden voor haring en makreel (pelagische vissen) met een gemiddelde van 0,4 - 0,7 mg/100 g, overschrijden verschillende malen de gemiddelde waarde van pollak (trekvis), nl. 0,12 - 0,24 mg/100 g.

Individuele verschillen zijn miniem in dezelfde soorten, de grootte niet in acht genomen. Dit zou er op wijzen dat deze vitamine niet in de spierweefsels wordt opgeslagen, doch primair een enzymatische functie heeft en voortdurend in de metabolische processen wordt verbruikt (129).

Als rijkste bronnen van pyridoxine treft men in tabel A.6 volgende vissen aan : makreel (0,7 mg/100 g), neushaai (0,6 mg/100 g) en doornhaai (0,5 mg/100 g). Een matig gehalte vertonen harder, haring, koolvis en heilbot (ca 0,45 mg/100 g). De andere vissen, waaronder de kabeljauwachtigen, hebben waarden van 0,10 tot 0,35 mg/100 g. Opvallend hoog zijn de getallen van Randon et al. (104) voor haring en bot.

Tabel 10 - Pyridoxinegehalte van enkele dierlijke eiwitbronnen, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddelde</u>	<u>Spreiding.</u>
Rundslever	0,71	
Makreel	0,70 /	0,20 - 0,89
Varkenslever	0,59 /	0,33 - 0,85
Braadkip	0,50 /	0,35 - 0,85
Haring, heilbot en koolvis	0,45	
Rundsvlees (mager)	0,40	
Kabeljauwachtigen	0,25	
Ei	0,12 /	0,088 - 0,18
Gesmolten kaas 45 %	0,070 /	0,060 - 0,080
Volle melk (rauw)	0,049 /	0,006 - 0,067

Uit de vergelijking met andere dierlijke eiwitbronnen, (tabel 10) blijkt duidelijk dat men vis als een belangrijke pyridoxine-bron in de voeding mag aanzien.

4. Vitamine B₁₂

Een review van de literatuur over vitamine B₁₂ werd in 1960 gepubliceerd. Het overzicht omvat 600 referenties (78).

Terwijl ongewervelden kleine hoeveelheden pseudo-vitamine B₁₂ kunnen bevatten naast de vitamine B₁₂, hebben onderzoeken aangetoond dat vis vitamine B₁₂ en alleen sporen pseudo-vitamine B₁₂ bevat (114).

Volgens Braekkan (12) zijn de verschillen tussen de vissoorten (zie tabel A. 7) meer te wijten aan de gebruikte analysemethoden dan aan de verscheidenheid van de vissoorten zelf.

Tussen individuen van dezelfde soort varieert het vitamine B₁₂-gehalte enorm, afhankelijk van de plaats en het seizoen van de vangst, alsmede de versheid van de monsters (114). Mori et al. (92) onderzochten verschillende vissen en vonden meetbare dalingen van de vitamine in het vlees wanneer de monsters bleven liggen zonder de ingewanden te verwijderen. De dalingen waren te wijten aan bacteriologische afbraak.

Verder bevat donker visvlees meer cobalamine dan wit vlees (tabel 11).

Tabel 11 - Vitamine B₁₂-gehalte van donker en wit visvlees, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

<u>Soorten</u>	<u>Donker vlees</u>	<u>Wit vlees</u>	<u>Referenties</u>
Makreel	0,0080	0,0009	Higashi (54)
	0,047	0,0018	Braekkan (18)
Haring	0,054	0,007	Klungsyrr (71)
Horsmakreel	0,0078	0,0003	Higashi (54)
Koolvis	0,020	0,0029	Braekkan (11)
Heilbot	0,005	0,0009	id.
Neushaai	0,037	0,0026	id.

De verklaring voor dit verschijnsel berust op het verschil in metabolische activiteit tussen de beide spiersoorten. De B₁₂-waarden en de biochemische activiteit van de donkere spieren en de lever schijnen dicht bij elkaar te liggen. In het donker vlees grijpen, zoals in de lever, ook intense enzymatische en respiratorische processen plaats (10) (11). In het witte vlees gebeuren deze processen niet.

Ook voor de vitamine B₁₂ bestaat er geen relatie tussen de grootte en het vitaminegehalte van de vis. Uit het onderzoek op 19 stuks kabeljauw bekwaam Braekkan (12) een standaardafwijking van 0,00004 mg op een gemiddelde van 0,0011 mg/100 g.

Bij het overlopen van de waarden in tabel A. 7, kan men inderdaad vaststellen dat er tussen de vissoorten geen grote verschillen optreden. Wel valt het op dat de resultaten van de verschillende auteurs voor één bepaalde vis sterk uiteen kunnen lopen (bv. voor horsmakreel). De oorzaak zou o.m. te wijten zijn aan de gebruikte extraktiemethode (12).

Pelagische vissen (haring, makreel en sprot) bezitten het meest cobalamine (0,01 mg/100 g). Het vitamine B₁₂-gehalte in de andere vissoorten bedraagt gemiddeld 0,001 mg/100 g.

Tabel 12 - Cobalaminegehalte in enkele dierlijke eiwitbronnen, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddelde</u>	<u>Spreiding</u>
Rundslever	0,065	
Varkenslever	0,039	
Pelagische vissen	0,01	
Rundsvlees (mager)		
Varkensvlees (id.)	0,005 /	0,001 - 0,008
Zeevis (gemiddeld)	0,001	
Ei		0,00084 - 0,00313
Volle melk (rauw)	0,00054 /	0,00036 - 0,00076
Braadkip	0,0005 /	0,0002 - 0,0006
Gesmolten kaas	0,00025	

Uit tabel 12 blijkt, dat zeevis, zoals vlees, relatief rijk aan vitamine B₁₂ is. De uiterst kleine dagelijkse behoefte (0,001 mg) wordt dan ook gemakkelijk door het konsumeren van zeevis gedekt.

5. Pantotheenzuur.

De meeste aandacht van de onderzoekers gaat uit naar de functie van pantotheenzuur als onderdeel van het co-enzyme A. Over het gehalte van de vitamine in visvlees vermeldt de literatuur zeer weinig. Als eersten vindt men in 1942 Cheldelin en Williams (24) die 0,150 mg/100 g eetbaar gedeelte van de heilbot opgeven.

Donker spiervlees vertoont twee- tot tienmaal hogere waarden t.o.v. het wit vlees. Higashi (54) geeft voor makreel de volgende verschillen :

- wit vlees 0,16 mg pantotheenzuur/100 g
- donker vlees 1,6 mg pantotheenzuur/100 g.

Over het algemeen bevatten bodemvissen minder van deze vitamine dan pelagische vissen (53). Dit geldt inderdaad voor haring, makreel en sprot (pelagische vissen) met een gemiddelde waarde van 1,00 mg/100 g, t.o.v. bodemvissen zoals kabeljauw, leng, koolvis, rode zeebaars en de meeste platvissen met een gemiddelde waarde van 0,30 mg/100 g. Uitzonderingen zijn o.m. rog en schol met respectievelijk waarden van 0,46 - 1,23 en 0,68 - 1,12 mg/100 g.

Tussen individuen van dezelfde soort stelt men relatief kleine verschillen vast terwijl tussen de soorten grotere variaties optreden (11).

Uit de analyse van 19 stuks kabeljauw (0,48 - 7,69 kg) besloot Braekkan (12) dat er geen relatie bestaat tussen de grootte van de vis en het vitaminegehalte. De standaardafwijking bedroeg slechts 0,009 mg/g t.o.v. een gemiddelde van 0,173 mg/100 g.

Zoals reeds eerder werd vermeld, vertonen bot, haring, makreel en sprot de hoogste waarden aan pantotheenzuur (1 mg/100 g) (zie tabel A.8). Zij worden gevolgd door rog, harder en doornhaai (0,7 - 0,8 mg/100 g). De andere magere vissen en bodemvissen bezitten 0,10 tot 0,50 mg/100 g.

Braekkan (15) (16) publiceerde voor makreel twee waarden die juist een tienvoud van elkaar verschillen, nl. 0,10 en 1,00 mg/100 g. Het gaat hier waarschijnlijk om een fout door het omzetten van mikrogram per gram, naar milligram per 100 gram. De tweede waarde (1,00 mg/100 g) is het meest aanvaardbaar. Ook dient het hoge cijfer voor haring van Souci et al. (112) geciteerd te worden.

Tabel 13 - Pantotheenzuurgehalte van enkele dierlijke eiwitbronnen, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddelde</u>	<u>Spreading</u>
Rundslever	7,3	
Varkenslever	6,80 /	6,60 - 7,00
Ei	1,6 /	1,1 - 1,8
Pelagische vissen (en bot)	1,0	
Braadkip	0,96 /	0,82 - 1,24
Rog	0,75	
Rundsvlees (mager)	0,60	
Gesmolten kaas 45 %	0,52 /	0,15 - 0,95
Volle melk (rauw)	0,35 /	0,28 - 0,42
Bodemvissen (gemiddelde)	0,3	

Uit tabel 13 volgt dat vooral pelagische vissen (haring, makreel, sprot) en bot een belangrijke plaats tussen de dierlijke eiwitbronnen, voor wat betreft de aanbrengst van pantotheenzuur bekleden.

6. Nicotinezuur.

Vis bevat een grote hoeveelheid alkali-labiel, gebonden nicotinezuur (53). Er zijn ook aanwijzingen dat het nicotinezuur aan eiwitten of sacchariden gebonden zou zijn. Over de rol van de vitamine in het vismetabolisme is weinig geweten.

Kringstad en Thoresen (75) toonden aan dat vette vissen een betere bron van nicotinezuur zijn dan de magere soorten, zoals kabeljauw, leng en lom. Dit werd bevestigd door Braekkan (10).

Higashi (55) wees op een relatie tussen het niacinegehalte en de mobiliteitsgraad van de vissen. De vissen met een grote voortbewegingskracht bezitten meer nicotinezuur dan deze met geringe mobiliteit.

Het donker spiervlees bevat ongeveer gelijke hoeveelheden als het witte vlees (10). Dit blijkt uit onderstaande waarden voor makreel. (54) :

Wit vlees 21,4 mg nicotinezuur/100 g
Donker vlees 19,8 mg nicotinezuur/100 g.

Het vitaminegehalte verandert niet met de grootte. Bij de analyse van 19 stuks kabeljauw (0,48 - 7,69 kg) werd een gemiddelde van 2,28 mg nicotinezuur/100 g bekomen, met een standaardafwijking van 0,072 mg (12).

Het nicotinegehalte van zeevis varieert van 1 tot 10 mg/100 g eetbaar gedeelte (zie tabel A.9). De grootste waarden worden aangetroffen bij makreel, neushaai en makreelhaai (7 - 10 mg/100 g). Iets minder rijk zijn haring, harder, sprout, horsmakreel en toonhaai (0,5 - 0,7 mg/100 g). De andere soorten, meestal bodemvissen, bezitten 1 - 5 mg/100 g. Op te merken valt het hoge cijfer van Goldbeck voor tarbot (42).

Tabel 14 - Gehalte aan nicotinezuur in dierlijke eiwitbronnen, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddelde</u>		<u>Spreiding</u>
Varkenslever	15,7	/	13,9 - 16,9
Rundslever	14,7	/	13,5 - 17,0
Makreel	7,5	/	1,24 - 11,4
Braadkip	6,8	/	3,7 - 10,2
Rundsvlees (mager)	5,1	/	5,0 - 5,2
Varkensvlees (id.)	4,5		
Zeevis (gemiddeld)	3,5	/	1 - 10
Gouda 45 % vet	0,10	/	
Volle melk (rauw)	0,087	/	0,066 - 0,11
Ei	0,083	/	0,05 0,1

Uit tabel 14 komt naar voren dat het spiervlees van zeevis een goede bron aan nicotinezuur is. Het gemiddelde gehalte in zeevis kan men gelijk stellen met dat van runds- en varkensvlees. Het eten van zeevis kan in combinatie met een andere nicotinezuurbron, de dagelijkse behoefte aan de vitamine zeker dekken.

7. Foliumzuur.

Slechts enkele auteurs vermelden het foliumzuurgehalte in visvlees.

Volgens Higashi (69) zouden meer mobiele vissoorten procentueel meer foliumzuur dan de tragere bodemvissen bevatten. Uit de gegevens van tabel A.10 blijkt deze bewering slechts waar te zijn voor spiering (0,00366 mg/100 g) ten opzichte van heilbot, lom, kabeljauw en schelvis met waarden schommelend tussen 0,0008 en 0,002 mg/100 g. Het is echter niet zo voor makreel (0,00124 mg/100 g), waarvan het gehalte veel lager ligt dan dit van heilbot, lom en kabeljauw.

Dezelfde auteur (54) toonde bij makreel een hoger gehalte aan in donker (0,0058 mg/100 g) dan in wit vlees (0,0019 mg/100 g).

Tussen het lichaamsgewicht en het foliumzuur-gehalte in normaal vlees bestaat een relatie. Dit werd bevestigd door de resultaten van Higashi (56) die o.m. voor de harder volgende waarden publiceerde :

Lichaamsgewicht 592 g	-	gehalte aan folium	0,011 mg	
585 g	-	zuur in wit vlees	0,006 mg	/ 100 g

Antioxidantia hebben een beschermende invloed op foliumzuur. In kabeljauw werd het verlies aan foliumzuur met 25 % verminderd door het toevoegen van antioxidantia (48).

Uit tabel A. 10 blijkt het geringe gehalte aan foliumzuur in zeevis. De waarden voor 100 g eetbaar gedeelte schommelen tussen 0,00175 en 0,071 mg, met een gemiddelde van 0,002 mg. Van de genoteerde vissen, bezit spiering het hoogste gehalte. Voor spiering vindt men twee waarden (0,00366 en 0,0366 mg/100 g) die precies een tienvoud verschillen. Daar alle andere waarden van Loughlin et al. (82) en Souci et al. (112) overeenkomen, lijkt het eerste gehalte (0,00366 mg/100 g) het meeste aanvaardbaar.

Tabel 15 - Foliumzuurwaarden van enkele eiwitbronnen, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddelde</u>	<u>Spreiding</u>
Rundslever	0,081	
Varkenslever	0,074 /	0,063 - 0,084
Braadkip	0,030 /	0,022 - 0,035
Rundsvlees (mager)	0,0153 /	
Ei	0,0046 /	0,0041 - 0,0050
Gesmolten kaas	0,00346 /	0,0020 - 0,0050
Zeevis (gemiddelde)	0,002	
Volle melk (rauw)	0,0018 /	0,00037 - 0,0021

Tabel 15 toont aan dat foliumzuur in visvlees als weinig belangrijk voor de menselijke voeding kan worden beschouwd. Door het eten van zeevis kan men onmogelijk de dagelijkse behoefte dekken.

8. Biotine.

In het literatuuroverzicht van Van Der Rijst (121) wordt enkel het resultaat van Cheldelin en Williams (24) vermeld, die in heilbotspier een biotinegehalte van 0,008 mg/100 g vonden. Later werd het biotinegehalte in visvlees verder onderzocht achtereenvolgens door Ives et al. (65), Neilands et al. (99) en Lopez-Matas en Fellers (81). Deze resultaten moeten nochtans met voorbehoud worden be-

naderd. De meeste analyses werden nl. uitgevoerd met *Lactobacillus arabinosus* als proeforganisme. Deze bacterie schijnt echter op dezelfde wijze te reageren met vetzuren als met biotine. Het is dus mogelijk dat de op deze wijze bepaalde resultaten hoger zouden zijn dan het werkelijke biotinegehalte (97).

Braekkan (17) analyseerde vers of na bewaren op -15°C , kabeljauw, lom, leng en koolvis. De bepaling gebeurde biologisch met *Lactobacillus plantarum* als proeforganisme. De onderzoeker besloot dat de rode spieren een 6 tot 22 maal hoger biotinegehalte bezitten dan het witte vlees.

In tabel A.11 treft men een spreiding aan van het biotinegehalte in zeevis, gaande van 0,001 tot 0,09 mg/100 g. Merkwaardig is wel dat schol het hoogste gehalte vertoont (0,09 mg/100 g), gevolgd door haring en doornhaai met 0,01 mg/100 g. De waarden van de andere vissen variëren binnen een eng gebied van 0,001 tot 0,007 mg/100 g. Tussen de vissoorten kon geen juist verband worden gelegd.

Opvallend is het tienvoudig verschil tussen de cijfers afkomstig van Braekkan (15) (16) gegeven voor éénzelfde vissoort (bv. koolvis).

De aanwezigheid van biotine in zeevis is tamelijk hoog in vergelijking met andere dierlijke eiwitbronnen (zie tabel 16). Het voedingsbelang is, zoals van de andere produkten, miniem. De synthese door darmbacteriën zorgt voor het dekken van de dagelijkse behoefte.

Tabel 16 - Biotinegehalte van enkele dierlijke eiwitbronnen, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddelde</u>	<u>Spreiding</u>
Rundslever	0,10	
Schol	0,09	
Varkenslever	0,0847	
Dooier	/	0,035 - 0,075
Zeevis (gemiddeld)	0,0045	/ 0,001 - 0,09
Gesmolten kaas	0,0036	/ 0,0010 - 0,0070
Volle melk (rauw)	0,0035	/ 0,0020 - 0,0050

9. Vitamine C.

Fomin et al. (40) analyseerde zes vissoorten. Volgens deze onderzoekers bevat het spiervlees van vis slechts geringe waarden, die tijdens de zomer hoger lagen dan tijdens de winter.

Het donker vlees bevat meer vitamine C dan het normale vlees. Dit was het besluit van Miyata (91) in 1944. Hij noteerde voor het donker vlees gemiddeld 2,6 mg/100 g (spreiding : 2,0 - 3,3 mg/100 g) en voor het normale 1,7 mg/100 g gemiddeld (spreiding : 1,5 - 2,6 mg/100 g).

In tabel A.12 kon slechts het vitaminegehalte van een twaalfstal vissen worden genoteerd. Alle waarden variëren van 0 tot 3 mg ascorbinezuur per 100 g eetbaar gedeelte. Het hoogste vitamine C-gehalte werd in rode zeebaars aangetroffen.

Uit tabel 17 blijkt dat ascorbinezuur in zeevis in gelijke hoeveelheden als in vlees, rauwe melk en kaas voorkomt. Nochtans is enkel het orgaanvlees van slachtvee van belang voor de menselijke voeding. De aanbrengst van de dierlijke eiwitbronnen (waar- onder vis) is te miniem om enige rol te spelen in het dekken van de

dagelijke behoefte aan vitamine C. Vruchten en groenten daarentegen zijn belangrijke ascorbinezuurbronnen.

Tabel 17 - Gehalte aan ascorbinezuur in enkele dierlijke eiwitbronnen, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

	<u>Gemiddelde</u>	<u>Spreiding</u>
Rundslever	30	/ 20 - 35
Varkenslever	23	/ 20 - 25
Noorse schelvis	ca. 3	
Braadkip	(2, 5)	
Varkensvlees	2	
Zeevis (gemiddeld)	1, 5	/ 0 - 3
Volle melk (rauw)	1, 47	/ 0, 20- 2, 50
Goudakaas 45 %	1	
Rundsvlees (mager)	0, 8	/ 0 - 1, 6
Ei	0	

HOOFDSTUK III - INVLOED VAN BEWERKINGS- EN VERWERKINGS- PROCESSEN OP HET VITAMINEGEHALTE IN VIS.

A. Invloed van bakken, braden en koken.

De literatuurgegevens betreffende de invloed van deze huishoudelijke bewerkingen op het vitaminegehalte in vis zijn zeer schaars.

Bakken wordt bij vis vooral op platte vissen, zoals tong en schol toegepast. Men maakt hierbij de vis gaar in weinig vetstof en een open pan. De bereidingswijze wordt ook "meunière" genoemd. Voor het braden komen eerder dikke stukken in aanmerking, zoals moten kabeljauw, schelvis, zeepaling enz. De bereiding geschiedt in een afgesloten verhitte ruimte, in een weinig vetstof.

Volgens Ingalls et al. (64) blijven meer vitamines behouden in gebakken vis, dan in een braadpan bereide vis. Het ver-

lies aan niacine, thiamine en riboflavine bij de bereidingen, is afhankelijk van de gebruikte temperatuur en de dikte van de vis (64). Analysen van Proctor en Goldblith (102), uitgevoerd op gebakken vis, toonden een vermindering aan van het gehalte aan thiamine met 33 % en een eerder gering verlies aan riboflavine van 8 %. Ook in gebraden vis is het behoud van riboflavine groter dan dat van thiamine en niacine (64). De invloed van bakken en braden op de vetoplosbare vitamines in vis, blijkt in de literatuur niet te zijn beschreven.

Daar vitamine A en caroteen niet oplosbaar zijn in water, worden zij door het koken niet uit de vis in het kookvocht (7) geëxtraheerd.

De koagulatie van de eiwitten bij het kookproces verhindert een grote extractie van B-vitamines. In dit opzicht is dan ook de hoeveelheid water en de duur van de bereiding van belang. Lane et al. (77) vermelden een vernietiging van 50 % door het koken. Thiamine is nl. niet stabiel in neutraal en alkalisch milieu. Daardoor veroorzaakt het zwak alkalisch milieu van menige natuurlijke waters een vernietiging van vitamine B₁ bij het kookproces (7).

Goldblith et al. onderzochten in 1968 het effect van mikrogolven op thiamine (43). Mikrogolven worden o.m. in de magnetronische oven aangewend om voedsel gaar te maken, te ontdooien en/of te verwarmen. Mikrogolven werden eveneens voor voedselsterilisatie getest. De studie had vooral tot doel na te gaan of thiamine in voedsel bij verwarming met mikrogolven, door deze laatste wordt aangetast. De mikrogolven bleken geen enkel effect op thiamine te hebben. Bij 103°C trad enkel vernietiging van de vitamine op door de hitte.

Vis blijkt echter een uitzondering op de regel te zijn. Bij het elektronisch bereiden (met mikrogolven) stelden Proctor en Goldblith (102) een thiamineverlies van 46 % vast. Riboflavine weerstond beter aan een dergelijke behandeling, nl. met een vermindering van 13 %.

B. Invloed van het diepvriezen en het bewaren in ijs.

Vitamine A zou stabiel blijven tijdens het bewaren in diepgevroren toestand (72). Over vitaminen D en K werden in de literatuur geen gegevens teruggevonden. Daarentegen wordt de vitamine E snel in bevroren weefsels vernietigd (25) (103).

De wateroplosbare vitamines gaan voor een deel verloren door het ontstaan van "drip" (verlies aan celvocht), bij het ontdooien van het bevroren produkt. Tijdens het bewaren wordt het eiwit meer en meer onoplosbaar door denaturatie. Dit proces verloopt langzamer bij lage dan bij hogere temperaturen. Door de eiwitdenaturatie is de cel niet meer in staat bij het ontdooien tot volledige wederopname van het uitgevroren water en treedt "drip" op. Ter illustratie de volgende cijfers van gewichtsverlies tengevolge van drip (37). De proeven werden uitgevoerd met filets van lange schar. De filets werden na het invriezen bewaard bij -20°C gedurende respectievelijk 1 week en 4, 8 en 12 maand. Het totale gewichtsverlies door drip bedroeg 16 %. Als men het gewichtsverlies procentueel over de bewaarperioden verdeelde werden volgende cijfers bekomen :

na 1 week	: 11 %
na 1 week tot 4 maand	: 40 tot 45 %
na 4 tot 12 maand	: rest (geleidelijke afname)

Over de gevolgen van het verlies van celvocht op het vitaminegehalte, is zeer weinig gepubliceerd.

Hoogland (60) besloot uit de studie op kabeljauw en schelvis (zie tabel 18) dat geen noemenswaardig verlies van vitamines van het B-complex optrad bij bevroren en koel bewaren van de vis. De auteur maakte geen melding van drip.

Ook door Brooke et al. (22) werd een uitgebreid onderzoek gewijd aan de invloed van deze bewaringsmethoden op schelvisfilets

Hun resultaten werden ondergebracht in tabellen 19 en 20. Hieruit kan men vooral een grote vermindering van het thiaminegehalte vaststellen, zowel bij diepgevroren als in ijs bewaarde schelvisfilets. Pantotheenzuur ondergaat geringe veranderingen. De verliezen aan pyridoxine worden door de auteurs als van weinig betekenis beschouwd, daar het gehalte na 6 maand bewaren (-21°C) gelijk is aan dat na 12 maand. In de waarden van de andere vitamines overtreffen de veranderingen de waarde van één standaardafwijking niet (zie tabel 20), waaruit de auteurs besluiten dat zij vrijwel stabiel zijn bij een dergelijke bewaarmethode.

Tabel 18 - Invloed van diepgevroren bewaren van kabeljauw en schelvisfilets op de B-vitamines (mg/100 g) (*).

1. Kabeljauw.

Monster	Bewaar- duur (maand)	Vit. B1 (mg/100g)	Vit. B2 (mg/100g)	Nic.Z. (mg/100g)	Pant.Z. (mg/ 100g)	Vit. B12 (µg/ 100g)
Verse filets	0	0,049 (0,015- 0,098)	0,023 (0,019- 0,025)	2,57 (2,3-3,3)	0,111 (0,081- 0,15)	0,47 (0,18-1,0)
Bevroren filets	0	0,057 (0,040- 0,078)	0,018 (0,013- 0,026)	2,32 (1,4-3,6)	0,096 (0,069- 0,15)	0,63 (0,43-1,2)
Bevroren filets	1	-	0,011 (0,002- 0,030)	-	0,128 (0,093- 0,19)	0,45 (0,22- 0,99)
Bevroren filets	3	-	0,083 (0,067- 0,11)	1,01 (0,84- 1,2)	0,166 (0,13- 0,20)	-

2. Schelvis.

Monster	Bewaar- duur (maand)	Vit. B1 (mg/100g)	Vit. B2 (mg/100g)	Nic. Z. (mg/100g)	Pant. Z. (mg/ 100g)	Vit. B12 (μ g/ 100g)
Verse filets	0	0,039 (0,030- 0,050)	0,017 (0,014 0,019)	3,72 (3,2-4,3)	0,089 (0,038- 0,15)	1,21 (0,56- 1,8)
Bevroren filets	0	0,043 (0,017- 0,64)	0,019 (0,014- 0,029)	3,46 (2,8-3,9)	0,090 (0,068- 0,12)	1,37 (0,81- 2,2)
Bevroren filets	1	0,060 (0,040- 0,11)	0,026 (0,011- 0,035)	3,08 (2,7-3,9)	0,049 (0,031- 0,060)	1,20 (0,54- 1,8)
Bevroren filets	3	-	0,012 (0,007- 0,015)	-	0,107 (0,075- 0,15)	0,78 (0,42- 1,1)
Bevroren filets	6	-	0,047 (0,010- 0,075)	3,03 (1,9-3,5)	-	-

(*) Analyse : op verse filets uitgevoerd 12 uur na de vangst.
Bewaring : bij 0°C in geparafineerde papieren dozen.

Tabel 19 - Invloed van gekoeld en diepgevroren bewaren van schelvis-
filets op de B-vitamines (mg/100 g) (22)

Vitamine	Bewaring in ijs (dagen)			Bewaring bij -21°C (maanden)	
	1	5	10	6	12
Riboflavine	0,038	0,040	0,041	0,036	0,035
Thiamine	0,027	0,020	0,021	0,028	0,024
Nicotinezuur	4,02	3,36	3,69	3,78	3,90
Pyridoxine	0,240	0,240	0,240	0,206	0,207
Pantotheenzuur	0,107	0,112	0,074	0,107	0,097
Vitamine B ₁₂	0,0010	0,0011	0,0008	0,0011	0,0009

Tabel 20 - Deviaties van de gemiddelden van 10 analyses van B-vitamines op schelvisfilets onder invloed van het gekoeld of diepgevroren bewaren (22).

Vitamine	Gehalte (mg/100g)		Bewaring in ijs		Bewaring bij -21°C		
	Stand.		(dagen)		(maanden)		
	Gemidd.	Afwijk.	1	5	6	10	12
Riboflavine	0,037	0,003	+0,001	+0,003	-0,001	+0,004	-0,002
Thiamine	0,033	0,003	-0,010	-0,017	-0,009	-0,016	-0,013
Nicotinezuur	4,160	0,880	-0,140	-0,500	-0,380	-0,470	-0,260
Pyridoxine	0,230	0,031	+0,010	+0,010	-0,024	+0,010	-0,023
Pantotheenzuur	0,113	0,011	-0,006	-0,001	-0,006	-0,039	-0,016
Vitamine B ₁₂	0,0011	0,0003	-0,0001	00	00	-0,0003	-0,0002

C. Invloed van inblikken.

Bij ingeblikte produkten moet met de ingrediënten en additieven rekening worden gehouden. Toevoegsels in de vorm van andere voedingsstoffen van plantaardige oorsprong en verschillende specerijen, kunnen verbindingen bevatten die in de analyse interfereren (13). Bij in olie ingeblikte vis kan de olie storingen veroorzaken in de microbiologische proeven, vooral met *Lactobacillus casei*, die meestal als proeforganisme voor de bepaling van riboflavine fungeert.

Het verlies door diffusie van de wateroplosbare vitamines in pikel en saus is aanzienlijk (30 tot 35 %) (128). Hetzelfde geldt voor de diffusie van de vetoplosbare vitamines in de olie, bij de in olie verpakte vis. Volgens Junker (68) bedraagt dit verlies 10%.

De vetoplosbare vitamines worden soms in kleinere hoeveelheden in het ingeblikte produkt aangetroffen dan in de verse vis. Volgens Higashi (54) wordt deze vernietiging eerder veroorzaakt door het koud bewaren vóór de bewerking dan door de sterilisatie

onder druk. Lunde (85) onderstreepte het belang van de afwezigheid van lucht in het blik voor het behoud van vitamine A.

Door de meeste onderzoekers worden de vetoplosbare vitamines als stabiel beschouwd bij het inblikken (2) (68) (73) (81) (83) (85). Verliezen werden evenwel vastgesteld door Bacharach et al. (3) en Neilands et al. (99).

Ascorbinezuur wordt door de industriële sterilisatie grotendeels vernietigd (54). Nochtans zou vitamine C die door de hitte in aanwezigheid van lucht snel wordt vernietigd, door het verwijderen van de zuurstof uit het blik, intact gehouden kunnen worden (128). Tarr (118) schrijft het verlies van vitamine C bij het inblikken vooral toe aan het uitvloeien van waterige en olieachtige vloeistoffen gedurende de pre-cooking behandelingen, aan de drip uit de ontdooide diepgevroren vis (zie invloed van diepvriezen) en aan het verwijderen van het kookvocht bij de consumptie.

De hittegevoelige vitamines thiamine en foliumzuur ondergaan een belangrijke vernietiging bij het inblikken. Higashi (54) noteerde bij enkele Japanse onderzoeken een verlies aan thiamine in ingeblikte vis tot 70 %. Dit wordt o.m. bevestigd door Lane et al. (77) die een verlies konstateerden van 75 % en door Lopez-Matas en Fellers (81) die analyses op zwaardvis uitvoerden. Bij een hittebehandeling van 90 min bij 115°C werd door deze laatsten een verlies van 75 % vastgesteld. Totale vernietiging greep plaats bij verwarming bij 121°C gedurende 110 min.

In de produkten waarin de hittepenetratie tijdens de bewerking langzaam gebeurt, worden de hittelabiele vitamines het eerst aan de rand van het blik en het laatst in het midden aangetast (47). Deze vernietiging kan verminderd worden door de sterilisatietijd in te korten (21). Bij produkten met een snelle hittepenetratie is de HTST-metode ("high temperature short time") aan te raden.

Tijdens de hittebehandeling wordt de vernietiging twee- tot driemaal sneller bij een 10°C hogere temperatuur (21). Het letale effect op de bacteriën bij dezelfde temperatuursverhoging is daartegenover 10 maal hoger (47).

Biotine in zeevis blijkt geen opvallende veranderingen te ondergaan door het inblikken (118). Neilands et al. (99) vonden fluktuaties in de waarden van biotine van ingeblikte vis, die door de vetzuren in de monsters veroorzaakt zouden zijn. Het gebruikte proeforganisme *Lactobacillus arabinosus* reageert namelijk op dezelfde wijze met vetzuren als met biotine.

Het gehalte aan pyridoxine, pantotheenzuur en niacine vermindert niet door het sterilisatieproces (118). Daarentegen wordt foliumzuur door korte kookprocessen 46 tot 74 % en door inblikken volledig vernietigd (24) (118).

De vitaminegehalten van ingeblikte vis werden genoteerd in tabellen A. 13 en A. 14.

D. Invloed van zouten, drogen en roken.

De verliezen aan vitamines die door zouten, drogen en roken kunnen optreden, zijn van zeer uiteenlopende aard. Men kan ze echter onder de volgende punten rangschikken (29) :

1) Behandelingsverliezen ("Trimming losses") : daar- onder verstaat men de verliezen die voorkomen bij het strippen, fi- leren, onthoofden en andere bewerkingen ; er treedt een gewichtsver- lies op, maar het kan ook verlies aan eetbaar gedeelte betekenen.

2) Technologische verliezen : vooral het waterverlies is hier van belang, hetgeen een verlies van wateroplosbare vitamines alsmede een gewichtsdeling en een stijging in concentratie van de vitamines die niet aan de bewerkingsverliezen (zie punten 4 en 5) onderhevig waren, tot gevolg kan hebben.

3) Accidentele verliezen : deze verliezen kunnen bij alle industriële bewerkingen voorkomen, bv. door schending van de vis ; het verlies is vooral afhankelijk van het produkt, de produktieschaal en de industriële doeltreffendheid.

4) Verliezen door ontsnapping : onder het ontsnappen van nutriënten verstaat men o.m. het onttrekken van vissap onder invloed van osmose.

5) Verliezen door vernietiging : deze vernietiging van de vitamines door oxidatie, hitte, e.d. ; daar de verliezen door ontsnapping en vernietiging niet steeds gescheiden kunnen worden, noemt men ze bewerkingsverliezen.

6) Verliezen door opslaan en bewaren : in onze streken is vooral het verlies door oxidatie en microbiologische afbraak van belang ; bij het bewaren in minder hygiënische omstandigheden komt ook verlies door insecten voor.

De gegevens over het vitaminegehalte van gezouten, gedroogde en gerookte vis zijn eerder schaars. Meestal vermelden de auteurs de oorspronkelijke waarde van het overeenkomstige verse produkt niet. Getallen voor het produkt in verse en verwerkte toestand kunnen moeilijk worden vergeleken, wanneer zij van verschillende bronnen afkomstig zijn. Dit is o.m. aan het mogelijke verschil in analysemethoden, watergehalte van het onderzochte vismonster en tijdstip waarop de vis werd gevangen (vooral van belang voor het watergehalte van vette vissoorten) te wijten. Daarom werd bij de verdere bespreking

van de invloed van deze behandelingen, slechts gebruik gemaakt van de cijfers afkomstig van Souci et al. (112), Taarland et, al. (117) en Hoogland (60). De gegevens van verwerkte vis, zonder vermelding van het drooggewicht of watergehalte, werden ter informatie in de tabellen A. 15, A. 16 en A. 17 genoteerd.

1. Invloed van zouten.

Men onderscheidt drie wijzen van zouten :

(a) zachtzouten of pekelen, door onderdompelen van de vis in een zoutoplossing,

(b) hardzouten of droogzouten, door het laag voor laag met zout verpakken van de vis,

(c) een combinatie van beide.

Enkel voor het pekelen werden vergelijkbare resultaten van verse en bewerkte haring gevonden. Na het omrekenen van de waarden op 100 g droge stof werden de veranderingen procentueel t. o. v. het oorspronkelijke gehalte van de verse vis berekend (zie tabel 21).

Tabel 21 - De invloed van pekelen op het vitaminegehalte van haring. De cijfers geven de procentuele verandering aan t. o. v. de oorspronkelijke waarde van verse haring en werden berekend uit gegevens van (a) Souci et al. (112) en (b) Taarland et, al. (117).

Vitamine	A	D	B ₁	B ₂	Nicot. zuur	B ₆	B ₁₂	C	Pant. zuur
(a)	-13	+88	-51	-11	-55	-65	-60	-100	
(b)				-50	-50		-50		-50

Voor de vetoplosbare vitamines wordt bij het zouten, meestal geen merkbare daling vastgesteld. Wateroplosbare vitamines daarentegen worden grotendeels vernietigd. De meeste bronnen

gewag van een vernietiging van het vitamine-B-complex met 50 % (zoals ook door tabel 21 wordt aangetoond). Vitamine C wordt, zoals bij de meeste bewerkingen, totaal vernietigd. Zoals in Hoofdstuk I werd vermeld, is deze vitamine evenwel praktisch zonder betekenis in vis.

2. Invloed van drogen.

Het drogen kan gebeuren rechtstreeks op verse vis (bv. stokvis), na koken (o.m. toegepast in Azië), na zouten (bv. klipvis) of door moderne methoden, zoals vacuüm- en vriesdrogen. Stokvis is aan lucht gedroogde kabeljauw, schelvis of koolvis. Voor het gebruik moet de stokvis ongeveer 14 dagen lang onder toevoeging van soda en andere chemikaliën worden ingewaterd (95). Volledigheids-halve werd daarom ook de waarde voor geweekte stokvis ("Lutefisk") in vergelijkingstabel 22 opgenomen.

Klipvis is luchtgedroogde, opengesneden gezouten vis. In de Duitse literatuur is meestal sprake van gedroogde kabeljauw. Daarom werden de gegevens voor klipvis, afkomstig van Souci et al. (112), vergeleken met die van verse kabeljauw, afkomstig uit dezelfde bron. Vetoplosbare vitamines werden niet opgenomen, daar deze in de magere kabeljauwachtigen in niet-meetbare hoeveelheden voorkomen.

Tabel 22 - De invloed van drogen en van zouten en drogen op het vitaminegehalte van kabeljauwachtigen. De cijfers geven de procentuele verandering aan t. o. v. de oorspronkelijke waarde van de verse vis en werden berekend uit gegevens van (a) Taarland et al. (117) en (b) Souci et al. (112).

Vitamine		B ₁	B ₂	Nicot. zuur	Benth. zuur	B ₁₂
Stokvis	(a)		-55	-16	+113	+183
Geweekte stokvis	(a)		-27	-83	- 37	+142
Klipvis	(b)	-90	-81	-61	- 21	+ 90
	(a)		-33	-62	- 40	+ 44

Bij het drogen konstateert men een gevoelige daling van riboflavine. De vitamine is namelijk lichtgevoelig bij traag drogen onder koele atmosferische omstandigheden (29). Niacine wordt pas vernietigd bij het weken (reconstitutie) van de stokvis. Pantotheenzuur en vitamine B₁₂ nemen toe, zowel in klipvis als in stokvis. Dit verschijnsel is het resultaat van synthese door bacteriën (29). Bij klipvis kan men ook een vernietiging van B₁ vaststellen.

Het effect van vriesdrogen op het vitaminegehalte in verse, van de huid ontdane en gevriesdroogde kabeljauwfilets werd bestudeerd door Scott en Rolfe (109). Door de onderzoekers werd enkel voor pantotheenzuur een merkbaar verlies vastgesteld. Dit verlies zou echter ook het gevolg kunnen zijn van extraktiemoeilijkheden bij de analyse.

3. Invloed van roken.

Men onderscheidt twee vormen van roken, nl. het koud rookproces (bij ca 28° C) en het heet rookproces of stomen (bij ca 80° C).

Daar bijna ieder Europees land zijn typische manier van roken heeft, is het ook van het grootste belang dat bij het geanalyseerde produkt vermeld wordt : de juiste rookwijze en voorbehandelingen die de vis heeft ondergaan en het water- en vitaminegehalte van het produkt in verse en bewerkte toestand.

Door de meeste auteurs worden de vetoplosbare vitamines als stabiel bij roken aanvaard (16) (68) (81) (83) (85) (89) (118). Alleen dient men rekening te houden met een verlies aan vet door uitloging tijdens het rookproces. Zo noteerde men voor gestoomde haring een verlies van gemiddeld 4,5 % vet gedurende het stomen (22). Lunde preciseerde dat geen verlies aan vitamine A optrad bij het roken indien de haring niet eerst werd gefileerd. Was dit wel het geval,

Tabel 23 - De invloed van roken op het vitaminegehalte van zeevis.
De cijfers geven de procentuele verandering aan t. o. v.
de oorspronkelijke waarde van de verse vis en werden be-
rekend uit gegevens van (a) Souci et al. (112), (b) Taarland
et al. (117) en (c) Hoogland (60).

Vitamine	A	D	B ₁	B ₂	Nicot. zuur	Pant. zuur	B ₆	B ₁₂
Gerookte makreel (a)	+		-63	-16	-78			
(b)				+ 7	-28	-48		+ 2
Gerookte heilbot (a)	-75		-43	-58	-33			
(b)				+188	+18	+238		-29
Gerookte schelvis (a)	-		-43	-56	-38			
(c)				0	0	0		0
Gerookte haring (a)	-65	+1500	-37	+16	+31		-28	-15
(b)				0	0	0		0
Gerookte kabel- jauw (c)			0	0	0			

dan kon men een gering verlies vaststellen. In de literatuur werd enkel Bailey (4) aangetroffen, die een totale vernietiging van vitamine A in gerookte haring konstateerde. Ook in tabel 23 kan men een gedeeltelijke vernietiging van vitamine A vaststellen bij gerookte heilbot (75 %), haring (65 %) en schelvis (niet procentueel uitgedrukt). Opvallend is de stijging met 1500 % ten opzichte van de oorspronkelijke waarde in de verse vis, van het vitamine D-gehalte in gerookte haring.

De wateroplosbare vitamines ondergaan slechts geringe veranderingen bij het roken. Van de vitamines van het B-komplex blijken thiamine en riboflavine het gevoeligst te zijn (zie tabel 23). Niacine en vitamine B₁₂ zouden bij het roken stabiel blijven (126).

BESLUITEN.

- Vis is één der voornaamste aanbrengers van vitamines onder de dierlijke eiwitbronnen. Het eten van zeevis kan belangrijk bijdragen tot het dekken van de meeste dagelijkse vitaminebehoeften. De vetoplosbare vitamines A, D en E komen in grote hoeveelheden voor in zeepaling en pelagische vissoorten, zoals haring, makreel, en sprat. Magere vissen, waaronder de meeste bodemvissen, bevatten geen of weinig van deze verbindingen. De pelagische vissoorten (makreel in het bijzonder) zijn ook rijk aan wateroplosbare vitamines. De bodemvissen schol en bot vertonen de hoogste waarden aan vitamine B₁, pantotheenzuur en biotine. Koolvis daarentegen bevat relatief hoger gehalten aan vitamine B₂ en B₆.
- De in de literatuur genoteerde variaties tussen de vissoorten of tussen de individuen voor een bepaalde vitamine kunnen groot zijn ; zij kunnen echter ook te wijten zijn aan de onnauwkeurigheid van de analysemethode of aan het nemen van een te klein aantal monsters. Verder zijn voor vele vissoorten over verschillende vitamines geen gegevens beschikbaar.
- Uit de studie van de vitamines in verse vis blijkt dat er een belangrijk onderscheid tussen donker en wit visvlees optreedt. Bij de monsterneming moeten beide spiersoorten goed gehomogeniseerd worden om een representatieve gemiddelde waarde voor de vis te bekomen.
- De studie van de invloed van de verwerkingen stelt het probleem van de grote verschillen tussen de plaatselijke verwerkingstechnieken. Een nadere specificering van de proefomstandigheden is dus onontbeerlijk. Over het verlies aan vitamines door ontdoeien (drip), huishoudelijke bewerkingen, enz. is nog zeer weinig bekend.

- Voor het op punt stellen van de meest gebruikte analysemethoden en voor het verzamelen van meer gegevens over vitamines in vis en hun evolutie tijdens de bewerking en verwerking, blijft nog een ruim werkveld voor wetenschappelijk onderzoek open.

LITERATUUR.

- (1) Ackman, R., en Cormier, M. (1967) : Alfa-Tocoferol in some Atlantic fish and shellfish with particular reference to live-holding without food - J. Fish. Res. Bd. Canada 24, 357.
- (2) Aschehoug, V., Kringstad, H., en Lunde, G. (1939) : The vitamin D potency of different fish and fish products - J. Soc. Chem. Ind. (London) 58, 220T.
- (3) Bacharach, A., Cruickshank, E., Henry, K., Lovern, J., Moore, T., Maton R. (1942) : The herring as a source of vitamins A & D - Brit. Med. J. II, 691.
- (4) Bailey B. (1943) : Nutritive values of fishery products - Fish. Res. Bd. Canada Progr. Repts. Pacific Coast Stat. (57), 11.
- (5) Bailey, B., Carter, N., en Swain L. (1952) : Marine oils with particular reference to those of Canada - Fish. Res. Bd. Can. Bull. 89.
- (6) Bandier, E. (1939) : Quantitative estimation of nicotinic acid in biological material - Biochem. J. 33, 1130.
- (7) Bender, A. (1971) : The fate of vitamins in food processing operations - In : Vitamins, Ed. Mendel S., Churchill Livingstone, Edinburgh and London, p. 64.
- (8) Bills, C. (1927) : Anti-ricketic substances. VI. The distribution of vit. D with some notes on its possible origin - J. Biol. Chem. 72, 751.
- (9) Booher, L. en Marsh, R. (1941) : The vitamin A values of 128 foods as determined by the rat growth method - U.S. Dept. Agr. Techn. Bull. 802, 1.
- (10) Braekkan, O. (1956) : Function of red muscle in fish - Nature 178, 747.
- (11) Braekkan, O. (1958) : Vitamin B₁₂ in marine fish - Nature 182, 1386.
- (12) Braekkan, O. (1959) : A comparative study of vitamins in the trunk muscles of fishes - Fiskeridir. Skr. Ser. Teknol. Undersøk. 3, 42 pp.
- (13) Braekkan, O. (1961) : Vitamine in Fish oils - Proc. of Int. Conf. on Vitamins, Sofia 2 - 4 Nov. 1960, p. 47.

- (14) Braekkan, O. (1962) : B-vitamins in some fish products, in : Fish in nutrition, ed. E. Heen and K. Kreuzer, Fishing News (Books) Ltd, London, p. 141.
- (15) Braekkan, O. (1962) : B-vitamine in fish and shellfish, in : Fish in nutrition, ed. E. Heen and R. Kreuzer, Fishing News (Books) Ltd, London, p. 132.
- (16) Braekkan, O. (1969) : Vitamine im Fisch, in : Fisch, das zeitgemäße Lebensmittel, Westliche Berliner Verlagsgesellschaft Heenemann, p. 105.
- (17) Braekkan, O. en Boge, G. (1965) : Vitaminer i norsk Fisk - Fiskeridir. Skr. Ser. Teknol. Undersøk. 4, 10 pp.
- (18) Braekkan, O. en Probst, A. (1953) : Vitaminer i norsk Fisk. Fiskeridir. Skr. Ser. Teknol. Undersøk., 2, 10 pp.
- (19) Braekkan, O., Hansen, K., en Skogland, T. (1955) : Vitaminer i norsk fisk. II. Vitaminer i forskjellige organer fra tunfisk (Thunnus thynnus) fanget langs Norske kysten - Fiskeridir. Skr. Ser. Teknol. Undersøk. 3, 18 pp.
- (20) Braekkan, O., Lambertsen, G., and Myklestad, H. (1963) : Alpha-tocopherol in some marine organism and fish oils - Fiskeridir. Skr. Ser. Teknol. Undersøk. 4, N° 8, 1.
- (21) Bramsnaes, F. (1962) : The influence of refrigeration and canning on the nutritive value of fish, in : Fish in nutrition, ed. E. Heen and R. Kreuzer, London, p. 153.
- (22) Brooke, R., Ravesi, E., Gadbois, D. en Steinberg, M. (1966) : Preservation of fresh unfrozen fishery products by low-level radiation, 5. The effect of radiation and pasteurization on amino acids and vitamins in haddock fillets - Food technol., 20 (10), 99.
- (23) Bukin, V. en Erofeeva, N. (1951) : Biological method of determination and the results of evaluation of fish fats and other products of marine commerce in respect to vitamin D. Vitamin-Resursy i Izpol'zovanie Akad. Nauk. S.S.S.R. Inst. Biokhim. im A.N. Bakha Sbornik 1, 250.
- (24) Cheldelin, V., Williams, R. (1941) : The B-vitamin content of foods - Univ. Texas Publ. 4237, p. 105.
- (25) Chipault, J., Lundberg, W. en Burr, G. (1945) : Chemical determination of tocopherol in animal fats, the stability of hog fats in relation to fatty acid composition and tocopherol content - Arch. Biochem. 8, 321.

- (26) Collins, F., Love, R. en Morton, R. (1953) : Studies in vitamin A. 25. Visual pigments in tadpoles and adult frogs - Biochem. J. 53, 632.
- (27) Copping, M. (1934) : Origin of vitamin D in cod liver oil ; vitamine D content of zooplanton - Biochem. J. 28, 1516.
- (28) Cruickshank, E. (1962) : Fat Soluble Vitamins, in : Fish as Food - Ed. Borgstrom, G., Acad. Press., New-York, Vol. II, p. 175.
- (29) Cutting, L. (1962) : The influence of drying, salting and smoking on the nutritive value of fish, in : Fish in nutrition, ed. E. E. Heen and R. Kreuzer, Fishing News (Books) Ltd, London p. 161.
- (30) Dann, W., en Handler, P. (1942) : The nicotinic acid content of meat - J. Nutrition 24, 153.
- (31) Darby, H. en Clark, H. (1937) : The plant origin of a vitamin D - Science 85, 318.
- (32) Debevere, J., en De Clerck, R. (1969) : De objektieve kwaliteitsbepaling van gestoomde haring - Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij, Publikatie 26.
- (33) Den Hartog C. (1969) : Nieuwe voedingsleer, Aula 123, Het Spectrum, Utrecht/Antwerpen.
- (34) Deutsch, H., en Hasler, A. (1943) : Distribution of a vitamin B1 destructive enzyme in fish, Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 53, 63.
- (35) Drummond, J., en Gunther, E. (1930) : Vitamin content of marine plankton - Nature 126, 398.
- (36) Drummond, J., en Gunther, E. (1934) : Observations on the fatty constituents of marine plankton. III - J. Exptl. Biol. 11, 203.
- (37) Dyer, W., Fraser, D., en Greenwell, M. (1968) : Thaw drip in frozen American plaice fillets, its seasonal variation and development during storage - J. Fish. Res. Bd. Canada, (4), 829.
- (38) Edisbury, J., Morton, R., Simpkins, G., en Lovern, J., (1938) : The distribution of vitamin A and factor A₂ - Biochem. J. 32, 118.

- (39) Fisher, L., en Hosking, Z. (1962) : Vitamin A and Fat in the Herring (*Clupea harengus* L.) and his food - Marine Research n° 4, H. M. S. O. London.
- (40) Fomin, S., Romanyuk, N., en Khvojnitskaja, M. (1938) : The ascorbic acid contents in the tissues of various fish (In Russian with English summary) - Ukrain. Biokhem. Zhur. 10, 365.
- (41) Giroud, A., Leblond, C., Ratsimamanca, R., en Gero, E. (1938) : Le taux normal en acide ascorbique - Bull. Soc. Chim. biol. 20, 1079.
- (42) Goldbeck, C. (1947) : Some studies on the content of thiamine and antithiamine factor in fishery products - Com. Fisheries Rev. 9 (8), 13.
- (43) Goldblith, S., Samuel, A., Steven, R., Tannenbaum en Wang, D. (1968) : Thermal and 2450 Mhz. Microwave energy effect on the destruction of thiamine - Food Technol. 22, (10), 64.
- (44) Goodwin, T., (1951) : Carotenoids in fish, in : The biochemistry of fish - Biochem. Soc. Symposia (Cambridge, U. K.) 6, 63.
- (45) Grangaud, R., (1950) : Les principes vitaminiques du poisson - Congr. Intern. d'Etudes sur le rôle du poisson dans l'Alimentation. Paris p. 83.
- (46) Green, R., Carlson, W., en Evans, C., (1941) : A deficiency disease of foxes produced by feeding fish - J. Nutrition 21, 243.
- (47) Greenwood, D., Kraghill, H., Forster, J., en Jackson, J., (1944) : Ind. Eng. Chem. 36, 922.
- (48) Hastings, W., (1953) : Effect of antioxidant addition to fishwaste on folic acid and crude protein content - Southern Fisherman 13 (10), 114.
- (49) Hayashi, K., en Miyake, M. (1955) : Studies on vitamin B6 in marine products - Rept. Fisheries, Mie Univ. 2, 39.
- (50) Herderson, L., Waisman, M., en Elvehjem, C., (1941) : The distribution of pyridoxine (B6) in meat and meat products - J. Nutrition 21, 589.
- (51) Hess, A., Bills, C., en Honeywill, E., (1929) : Antirachitic potency in relation to volume of oil in the liver of the cod - J. Am. Med. Assoc. 92, 226.

- (52) Hieda, T. (1944) : Free and fixed vitamin B1 content in fish dark meat - J. Nagoya Med. Assoc. 59, 399.
- (53) Higashi, H., (1961) : Vitamins in fish - with special reference to edible parts. in : Fish as food, Ed. G. Borgström, Vol. I, Academic Press, New York, p. 411.
- (54) Higashi, H. (1962) : Relationship between processing techniques and the amount of vitamins and minerals in processed fish, in : Fish in nutrition, Ed. E. Heen and R. Kreuzer, Fishing News (Books) Ltd, London, p. 125.
- (55) Higashi, H., en Hirai, M. (1948) : The nicotinic acid content of fish - Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 13, 129.
- (56) Higashi, H., Muratama, S., Yanase, M., en Tabei, K. (1958): The folic acid content of fish and shellfish - Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 24, 776.
- (57) Hirao, S., Yamanda, J., en Kikuchi R. (1954) : Vitamin A₁ in fish meat. I. Variation in the vitamin A content in fish meat by the anatomical locality - Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 19, 1047.
- (58) Hirao, S., Yamanda, J., en Kikuchi, R. (1955) : Vitamin A in fish meat III. Individual fluctuation in the vit. A content in fish meat - Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 20, 853.
- (59) Hoar, W., en Barberie, M. (1945) : Distribution of riboflavin in fresh and processed fish - Can. J. Research 23E, 8.
- (60) Hoogland, P. (1954) : The B-vitamins of cod and haddock - Fish. Res. Bd. Canada, Progr. Repts. Atlantic Coast. Stat. (55), 11.
- (61) Hotta, K. (1955) : Biochemical studies on riboflavin - Vitamins (Kyoto) 9, 267.
- (62) Hotta, K., en Tomoda, M. (1957) : Riboflavin content of fish muscle - Vitamins (Kyoto) 13, 417.
- (63) Høygaard, A., en Rasmussen, H., (1939) : Vitamin C sources in Eskimo food - Nature 143, 943.
- (64) Ingalls, R., Klocke, J., Rafferty, J., Greensmith, R., Chang, M., Tack, P., en Ohlson, M., (1950) : Agric. Exp. Sta. Techn. Bull. 219.
- (65) Ives, M., Wagner, J., Elvehjem, C., en Strong, F. (1944) : The nutritive value of canned foods - J. Nutrition 28, 117.

- (66) Jacquot, R. (1961) : Organic constituents of fish and other aquatic animal foods, in : Fish as Food, Ed. G. Borgström vol. I, Academic Press, New York, p. 146.
- (67) Jansen, E., en Kringstad, H. (1942) : Colorimetric toco-pherol determinations - Nord. Med. 15, 2033.
- (68) Junker, M. (1956) : Vitamin A in Fischen, Krebsen und Muscheln - Arch. Fish. Wiss. 7, 248.
- (69) Kakimoto, D., en Kanazawa (1959) : Studies on folic acid and folinic acid of fishes - Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 24, 933.
- (70) Kietzmann, V., Priebe, K., Rakow, D., en Reichstein, K. - (1969) : Seefisch als Lebensmittel - Paul Parey, Berlin.
- (71) Klungsøyr, M., en Bøge, G. (1953) : B-vitamins in the Norwegian herring, Meld. S.S.F., Damsgaard, Bergen, I, 10.
- (72) Kodick, E. (1940) : Estimation of nicotinic acid in animal tissues, blood and certain foodstuffs - Biochem. J. 34, 712.
- (73) Kringstad H en Folkvard (1949) : The nutritive value of cod roe and cod liver - J. Nutrition 38, 489.
- (74) Kringstad, H., en Naess, T. (1939) : Eine Kolorimetrische Methode zur Bestimmung von Nikotinsäure und Nikotinsäureamid. - Hoppe Seyler 260, 108.
- (75) Kringstad, H., en Thoressen, F. (1940) : Om forekomsten av antipellagra (nikotinsyra och nikotinsyreamid) i fisk og fiskeprodukter - Tidskr. Hermetikkind. 26, 113.
- (76) Lane, C. (1950) : A non-carotene provitamin A for fishes - Science 111, 471.
- (77) Lane, R., Johnson, E., en Williams, R. (1942) : J. Nutrition 23, 613.
- (78) Lester Smith, E. (1960) : Vitamin B₁₂. - Methuen, London.
- (79) Lie, J., en Lunde, G. (1940) : Indholdet af vitamin B₁ i nogle norske levnedsmidler - Nord. Med. 8, 2250.
- (80) Lieck, H., en Agren, G. (1944) : Thiamine-inactivation factor in some species of Swedish fish - Acta Physiol. Scand. 8, 203.

- (81) Lopez-Matas, A., en Fellers, C. (1948) : Composition and nutritive value of fresh, cooked and processed swordfish - Food Research 13, 387.
- (82) Loughlin, M. en Teeri, A. (1960) : Nutritive value of fish. II Biotin, folic acid, pantothenic acid, and free amino acid of various salt-water species - Food Research, 24, 480.
- (83) Lovern, J. (1943) : The nation's food. VI. Fish as food - Chem. & Ind. 62, 328.
- (84) Lunde, G., (1939) : Neuere Forschungen über die Vitamine in Fisch und Fischprodukten - Angew. Chem. 52, 521.
- (85) Lunde, G., (1940) : Vitaminen in frischen und konservierten Nahrungsmitteln - Springer/Verlag, Berlin.
- (86) Lunde, G., Kringstad, H. en Olsen, A. (1938) : Studies on the vitamin B-complex - Avh. norske Vidensk. Akad. 7.
- (87) Mc Intire, J., Waisman, H., Henderson, L. en Elvehjem, C. (1941) : Nicotinic acid content of meat and meat products - J. Nutrition 24, 535.
- (87b) Mc Laren, B., Keller, E., Donnel, D. en Elvhjem, C. (1947): The nutrition of rainbow trout. I. Studies of vitamin requirements Arch. Biochem. 15, 169.
- (88) Mc Vicar, R. en Berryman, G. (1942) : Nicotinic acid in foods - J. Nutrition 24, 235.
- (89) Mamesh, M., Boge, G., Myklestad, H. en Braekkan, O. (1964) : Studies on the radiation preservation of fish - Fiskeridir. Skr. Ser. Tekn. Undersøk 4, (10), 1.
- (90) Marks, J. (1968) : The vitamins in health and disease (a modern reappraisal) - Churchill Ltd, London.
- (90b) Miyake, M. en Hayashi, K. (1954) : Studies on vitamin B6 in marine products. Rept. Fac. Fisheries Mie Univ. 1, 455.
- (91) Miyata, M. (1944) : Vitamin C content of red muscle of fish - J. Nagoya Med. Assoc. 60, 99.
- (92) Mori, T., Hashimoto, Y. en Maeda, Y. (1954) : Animal protein factor and vitamin B12 in marine products - Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 19, 991.
- (93) Munsell, H. (1940) : Vitamins and their occurrence in foods - Milbank Mem. Fund. Quart. 18, 311.

- (94) Murray, J. en Burt, J (1969) : The composition of fish. Torry advisory note 38, Torry Research Station, Aberdeen (Scotland).
- (95) Muus, B. (1966) : Zeevissengids - Elsevier, Amsterdam.
- (96) Nederlandse voedingsmiddelentabel (1971) : Nederlandse Voorlichtingsbureau voor de voeding, Den Haag.
- (97) Neilands, J. (1947) : The conversion of carotene to vit. A in the fish - Arch. Biochem. 13, 415.
- (98) Neilands, J., Strong, F. en Elvehjem, C. (1947) : Thiaminase in aquatic animals of Nova Scotia - J. Fish. Res. Bd. Canada 7, 94.
- (99) Neilands, J., Strong, F. en Elvehjem, C. (1947) : The nutritive value of canned foods. XXV. Vitamin content of canned fish products - J. Nutrition 34, 633.
- (100) Polansky, M. en Toepfer, E. (1969) : Vitamin B6 components in some meats, fish, dairy products and commercial infant formulas - J. Agric. Food Chem. 6, 1394.
- (101) Pressly, A., Ridder, C., Smith, M. en Caldwell, E. (1944): The nutritive value of canned foods - Nutrition 28, 107.
- (102) Proctor B., en Goldblith, S. (1948) : Food Technol., 2, 95.
- (103) Quaife, M., en Dju, M. (1949) : Chemical estimation of vitamin E in tissue and tocopherol content of some normal tissues - J. Biol. Chem. 180, 263.
- (104) Randon, L., Le Gallic, P., Dupuis, Y. en Bernardin, A. (1971) : Tables de composition des aliments - Jaques Lanore ed., Paris.
- (105) Sautier, P. (1946) : Thiamine assay of fishery products - Comm. Fish. Rev. 8, 17.
- (106) Scheunert, S., Cordua, R. en Stamner, L. (1956) : Studien über den Vitamin A-gehalt von Fischinnereien und Betrachtungen zur Vitamin A-Versorgung, Ernährung 1, 71.
- (107) Schillinger, A. en Zimmerman, G. (1965) : Über den Vitamingehalt von Fleisch- und Fischkonserven - Z. Lebensm. - Untersuch. u. Forsch., 193.
- (108) Schormüller, J. (1939) : Über das Vorkommen von Vitamin B₂ - Z. Untersuch. Lebensmitt. 77, I.

- (109) Scott, J. en Rolfe, E.J. (1959) : The effects of dehydration and subsequent storage on the vitamins of the B-complex in cod - Chem. and Ind. 19, 583.
- (110) Snell, E. en Keevil, C. Jr. (1954) : Pyridoxine and related compounds : occurrence in foods, in : The vitamins : Chemistry, physiology, pathology, Vol. III, Academic Press, New York, p. 255.
- (111) Sondergaard, H. (1959) : Stations Husholdwingsraad Faglige, Meddelelser N° 1 - 2.
- (112) Souci, S., Fachman, W., en Kraut, H. (1962, 1964, 1969) : Die Zusammensetzung der Lebensmittel (Nährwert-Tabellen). Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
- (113) Soudan, F. (1965) : La conservation par le froid des poissons, crustacés et mollusques - Baillière et fils ed., Paris, pp. 52, 346.
- (114) Southcott, B. en Tarr, H. (1953) : Vitamin B12 content of certain fishery materials - J. Fish. Res. Bd. Canada 10, 64.
- (115) Stansby, M. (1947) : Composition of fish - U.S. Fish Wildlife Serv. Fishery, Leaflet 116.
- (116) Stansby, M. en Hall, A. (1967) : Chemical composition of commercially important fish of the United States - Fish. Ind. Research (4).
- (117) Taarland, T., Mathiesen, E., Ovsthus, O. en Braekkan, O. (1958) - Naeringsverdi og vitaminer i norsk fisk og fiskevarer. Tidsskr. Hermetikkind. 44, 405.
- (118) Tarr, H. (1962) : Changes in nutritive value through handling and processing procedure, in : Fish as food, Ed. G. G. Borgström, Vol. II, Academic Press, New York, p. 235.
- (119) Teeri, A., Loughlin, M. en Josselyn, D. (1957) : Nutritive value of fish - Food Research 22, 145.
- (120) Umemura, K. (1951) : Respiratory enzymes of "tai" (fish red muscle) - Nagoya J. Med. Sci. 14, 81.
- (121) Van Der Rijst, M. (1950) : Literatuuroverzicht over de chemische samenstelling en de voedingswaarde van vis, schaaldieren en weekdieren - Voeding 11, (6).

- (122) Van 't Root, M. (1971) : Invloeden van invriezen, vriesopslag en ontdooien op de consumptiekwiteit van voedingsmiddelen - Voedingsmiddelentechnologie 2, 20.
- (123) Wagner, A. en Folkers, K. (1964) : Vitamins and coenzymes - John Wiley & Sons, New York.
- (124) Wald, G. (1953) : The biochemistry of vision - Ann. Rev. Biochem. 22, 497.
- (125) Waterman, J. (1968) : The cod - Torry advisory note 33, p. 10, Torry Research Station, Aberdeen (Scotland).
- (126) Wille, O. (1949) : Der Fisch. Band III. Handbuch der Fischkonservierung - "Der Fisch" Lübeck.
- (127) Wooster, H. Jr. en Blanck, F. (1950) : Nutritional data Heinz Co, Pittsburgh.
- (128) Yanase, M. (1952) : Studies on the vitamin B₁₂ of aquatic animals - Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 17, ¹² 389.
- (129) Yanase, M. (1956) : The B₆ content of fish meat - Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 22, ⁶ 51.

APPENDIX

Tabellen A.1 tot en met A.17

Inleiding tot de tabellen in appendix.

De vissoorten werden in de tabellen volgens alfabetische volgorde geklasseerd. Daarenboven werden de gemiddelde waarden voor de vitaminegehalten van verse vis, per vissoort, in dalende lijn gerangschikt.

Voor zover beschikbaar werden eveneens de gegevens over de grootte van de vis en het seizoen vermeld.

Teneinde de duidelijkheid van de tabellen niet in gedrang te brengen, werden volgende afkortingen ingevoerd :

- (3) aantal geanalyseerde monsters
- (b) biologisch bepaald
- (ch) chemisch bepaald
- (c) chromatografisch bepaald
- (nc) niet chromatografisch bepaald
- (herfst) het cijfer geldt enkel voor die vissoort gevangen tijdens
 het aangegeven seizoen

Tabel A.1 - Het gehalte aan vitamine A in verse zeevis, uitgedrukt in I.E. per 100 g eetbaar gedeelte (1 mg = 3300 I.E.)

Soorten	Gemiddelde	Spreiding	Referenties
bot	400		45
	32,67	30 - 400	16 112
congeraal		1.000 - 2.000	54
		0 - 2.000	53
doornhaai	250		16
harder		10.100 - 15.000	53
		122 - 178	113
haring		0 - 3.300	19
		49,5 - 415,8	68
		200 - 400	94
		20 - 400	45 113
	200	19,8 - 376,2	83
	200		121
	132	0 - 396	112
		40 - 240	3
		50 - 150	16
	100		127
heilbot	99		96
	19,8		104
	440		127
	400		94 113
	396		104
horsmakreel	300,3	99 - 429	112
		2.100 - 4.000	53
kabeljauw	50		45 83
		10 - 50	16
		0 - 50	113
		0 - 49,5	112
	5		93
		0 - 5	121
koolvis	34,65	29,7 - 39,6	112
		15 - 40	16
leng	10		16
lom	10		16
makreel		2.100 - 4.000	53
		70 - 500	94
		100 - 350	96
	180		9
	165		96
	150		45 121

	148,5			83
		50 - 200		113
	132			104
	sporen			112
pollak		10 - 50		16
rode poon		2.100 - 4.000		53
rode zeebaars	30	29,7 - 49,7		112
rog		0 - 2.000		53
schelvis	56,1			112
	50			45
		0,5 - 50		113
		10 - 45		16
		0 - 50		94
	5			93
		0 - 5		121
schol	19,8			112
		10 - 20		16
sprot		400 - 1.000		94 113
	100			45
tarbot	sporen			112
tong	sporen			112
zeeprik	198			104
zeewolf	59,4	19,8 - 95,7		112

Tabel A.2. - Het gehalte aan vitamine D in verse zeevis, uitgedrukt
in I.E. per 100 g eetbaar gedeelte (1 mg = 40.000 I.E.).

Soorten	Gemiddelde	Spreiding	Referenties
bot	40 0 1.200		16 45 87b 84
haring	768	500 - 1.500 300 - 1.700 300 - 1.000	112 16 3 28 45 94 113 104
heilbot	280 40		45 94 104 113
kabeljauw	0	20 - 40	112 45 94 104 113
koolvis	0		121
makreel	1.100 700		2 5 45
	600	390 - 1.000 100 - 1.000	121 70 113 104
		200 - 800 200 - 700	94 16
rog	0		113
schelvis	0		45 113 121
sprot		300 - 1.000	94 113
tong	0		112
zeeprik	600		104
zeewolf	< 20		112

Tabel A.3. - Het gehalte aan vitamine E in verse zeevis, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Gemiddelde	Spreiding	Referenties
doornhaai	1,25	0,9 - 2,9	16 20
haring	1,8	1,4 - 1,6	112 20 16 67
heilbot	0,5	0,4 - 1,3	16 67
kabeljauw		0,15 - 0,24 0 - 0,1	16 67 112
koolvis	0,36		16
leng	0,30		16 112
lom	0,10		16 112
makreel	1,6	1,6 - 1,8	67 112
pollak	0,36		20
rode zeebaars	1,25		16
schelvis	0,35		41
zeewolf	2,1 0,2		16 112

Tabel A.4.- Het gehalte aan vitamine B1 in verse zeevis, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Gemiddelde	Spreiding	Referenties
bot	0,22	0,026 - 0,66	112
	0,15	0,03 - 0,66	15
	0,15		116
	0,07		104
doornhaai	0,05		42 116
harder	0,06		16
	0,055		15 116
haring	0,055	0,008 - 0,13	112
	0,04	0,01 - 0,13	94
	0,04	0,008 - 0,13	15
	0,04		116 117
		0,030 - 0,040	113
	0,03		84 104
	0,030		121
	(b)(ch)		
heilbot		0,018 - 0,024 (ch)	121
		0,024 - 0,06	83 86
	0,12		86
	0,073		24
	0,072	0,070 - 0,073	112
	0,07	0,03 - 0,12	15 94
	0,07		104
			116
	0,060		
	(ch)	0,084 - 0,120 (b)	121
	0,06		117
	0,045	0,03 - 0,082	105
		0,040 - 0,120	113
	0,04		122
horsmakreel	0,18		15
kabeljauw	0,07	0,05 - 0,18	15 94
	0,07		116
	0,06		84
	0,057	0,018 - 0,075	112
		0,050 - 0,120	113
	0,05		104 117
			125
	0,049	0,015 - 0,058	60
klipvis		0,042 - 0,120	121
		0,04 - 0,05	42
		sporen - 0,033	121
	0,02		112

koolvis	0,105 (ch)		113	
	0,1		15	94
	0,088	0,085 - 0,090	112	
	0,01		16	
lom	0,03		112	
makreel		0,17 - 0,20	42	
	0,15		104	
	0,14	0,14 - 0,15	112	
	0,120		84	
	0,120 (ch)		121	
(lente en zomer)	0,105		117	
	0,1	0,02 - 0,2	15	94
	0,090 (b)		121	
	0,090		86	
		0,087 - 0,093	79	
		0,020 - 0,105	113	
	0,02		122	
	0,016		116	
neushaai	0,08		16	
pollak	0,10		16	
rode zeebaars	0,090		112	
rog	0,03		16	
		0,02 - 0,03	42	
	0,018		113	
schelvis	0,1		42	
	0,07	0,03 - 0,1	15	94
	0,07		116	
	0,060		86	
	0,05		104	112
	0,045 (ch)		121	
	0,039	0,030 - 0,050	60	
	0,027 (10)		22	
		0,018 - 0,032	113	
		0,010 - 0,030	126	
schol	0,21		112	
	0,2	0,02 - 0,046	15	94
	0,150		113	
	0,105		84	86
sprot	0,04		86	113
			117	
	0,036 (ch)		121	
	sporen (b)		121	
stokvis	0,10		112	
	0,08		104	
tarbot	0,80		104	
	0,02		112	

tong (en schar)	0,09		104
	0,06		112
tongschar	0,15		116
	0,09		15
			94
toonhaai	0,026		16
vleet	0,018		79
wijting	0,09		104
	0,090 (b)		121
zeeduivel	0,025		42
zeewolf	0,20	0,18 - 0,22	112
	0,07		16
	0,066		79

Tabel A.5. - Het gehalte aan vitamine B2 in verse zeevis, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Gemiddelde	Spreiding	Referenties
bot	0,21	0,11 - 0,46	112
	0,20	0,11 - 0,46	15
	0,20		116
	0,195		86
	0,19		104
congeraal	0,055		108
doornhaai	0,15	0,10 - 0,18	15
	0,15		116
elft	0,240		59
griet	0,1367		121
harder	0,098		15 82
haring (klein) (groot)		0,410 - 0,418	121
		0,300 - 0,400	121
	0,330	0,32 - 0,34	18
		0,270 - 0,340	113
(klein, winter, zomer)	0,3	0,09 - 0,33	15 116
	0,27		71
	0,24	0,089 - 0,31	112
	0,23		104
	0,22		115
	0,150	0,025 - 0,150	59
	0,122		71
	(40)		
	0,11		127
	0,1044		121
	0,104		108
heilbot	0,185		86
	0,18		127
	0,08		15 94
	0,08		117
	0,08		116
	0,0672		121
	0,067		24
	0,066	0,045 - 0,094	112
	0,06		104
	0,060		10
		0,055 - 0,068	59
		0,050 - 0,125	113
horemakreel	0,051		119
	0,14		15

kabeljauw	0,5		127
	0,16		121 115
			104 84
	0,110		117
	0,100		59
	0,08	0,02 - 0,16	15 94
	0,08		116
		0,046 - 0,051	108
	0,0509		121
	0,0458		121
		0,040 - 0,043	121
	0,040	0,029 - 0,058	112
	0,031		119
	0,023	0,019 - 0,025	60
	0,023		125
		0,020 - 0,110	113
koolvis	0,35		112
	0,20	0,17 - 0,30	15 94
	0,123		59
leng	0,08	0,06 - 0,10	15
	0,08		112
lom	0,180		86
	0,15	0,10 - 0,20	15
	0,06	0,03 - 0,08	112
makreel	0,680		121
	0,660		86
	0,600		121
	0,57	0,43 - 0,64	18
	0,380		121
	0,360		18 117
	0,35	0,16 - 0,66	15 94
	0,35	0,22 - 0,48	112
	0,350		116
	0,30		104
	0,28		59 115
	0,251		119
		0,160 - 360	113
	0,160		10
makreelhaai	0,095		15
neushaai	0,15		16
pollak	0,10	0,09 - 0,13	15
	0,10		116
prik		0,16 - 0,63	56
rode zeebaars		0,07 - 0,11	15
	0,09		16
	0,080		112
	0,070		108

		- 73 -		
rog	0,4	0,37 - 0,41	15	
schelvis	0,516		121	
	0,250		121	
	0,17	0,08 - 0,25	112	
	0,165		86	121
	0,16	0,055 - 0,105	59	
	0,13	0,09 - 0,33	94	
	0,12		127	
	0,10	0,02 - 0,16	15	94
	0,10		116	
	0,08		104	
	0,057		59	
	0,053		119	
	0,038(10)		22	
		0,018 - 0,110	113	
	0,017	0,014 - 0,015	60	
schol	0,22	0,089 - 0,33	112	
		0,185 - 0,195	121	
	0,13	0,09 - 0,33	15	94
	0,090		113	
	0,07		115	
spiering	0,12		112	
sprot	0,26		16	113
			117	
stokvis	0,20		112	
	0,14		16	
	0,10		104	
tarbot	0,15	0,14 - 0,15	112	
	0,14		104	
	0,137		42	
tong	0,20		104	
	0,10		112	
tongschar	0,20		116	
	0,08	0,07 - 0,09	15	116
toonhaai	0,03		16	
wijting	0,07		104	
zeewolf	0,08	0,07 - 0,09	15	
	0,06	0,05 - 0,06	112	
	0,032		119	

Tabel A.6. - Het gehalte aan vitamine B6 in verse zeevis, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Gemiddelde	Spreiding	Referenties
bot	1 0,25	0,21 - 0,30	104 15 112
doornhaai	0,54		16
harder	0	0,42 - 0,43	15 113
haring	1,30 0,45 0,45 0,45 0,020	0,35 - 0,52 0,35 - 0,51 0,35 - 0,42	104 15 112 94 96
heilbot	0,55		16
horsmakreel	0,31		16
		0,27 - 0,36	15 129
kabeljauw	0,37 0,34		104 113 97 110
	0,20 0,17	0,030 - 0,400 0,12 - 0,28	50 112 15 94
koolvis	0,473 0,47		15 94
leng	0,26		15
lom	0,288		15
makreel	0,84 0,75 0,7 0,21 0,20	0,50 - 0,89	16 15 94 112 113 104
makreelhaai	0,40		16
neushaai	0,63		16
pollak	0,123		15
		0,02 - 0,09	128
rode zeebaars	0,23		15
schar	0,31 0,17		16 90b
schelvis	0,240(10) 0,122 0,12		22 15 94

schol	0,25	0,16 - 0,31	15 94
	0,22	0,16 - 0,29	112
	0,10		110
stokvis	0,20	0,16 - 0,31	112
zeewolf	0,35		15

Tabel A.7. - Het gehalte aan vitamine B12 in verse zeevis, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Gemiddelde	Spreiding	Referenties
bot	0,001		15 116
doornhaai	0,0015	0,0011 - 0,0026	15
	0,0015		116
	0,00015		42
harder	0,0015		16
	0,00025 (3)	0,00006 - 0,0006	128
		0,00006 - 0,00025	15 116
haring	0,054		71
	0,014		18 117
	0,011	0,009 - 0,014	112
	0,011	0,008 - 0,014	15 94
	0,01		116
		0,0094 - 0,015	113
	0,008 (40)		71
heilbot	0,0009		94 112
	0,0008	0,0007 - 0,0009	15
	0,0008		116
	0,00071		112 119
horsmakreel	0,0127		15
	0,002		16
	0,0003		53
kabeljauw	0,001	0,0002 - 0,0011	15 94
	0,001		116
	0,0008		117
		0,0005 - 0,0008	125
		0,00022 - 0,0008	113
	0,00053	0,00045 - 0,00060	112
	0,00047	0,00018 - 0,001	60
	0,00045		119
koolvis	0,004	0,0022 - 0,005	94
	0,0035	0,0022 - 0,005	15
	0,0035		112
leng	0,0006	0,0004 - 0,0008	15
	0,00055	0,00050 - 0,00060	112
lom	0,001		15
	0,0003		112 119
makreel	0,012		18 117
	0,01	0,002 - 0,013	15 94
	0,01		116
	0,009		33
	0,00896	0,004 - 0,014	112
	0,00485		119

	0,002	- 77 -		122
		0,0015 - 0,012		113
neushaai	0,0025	0,0025 - 0,0026		15
pollak	0,001	0,0008 - 0,0022		15
	0,001			116
rode zeebaars	0,001			15
rog	0,001	0,0008 - 0,001		15
schelvis	0,0015	0,0005 - 0,002		15
	0,0015			116
	0,0012	0,00056 - 0,00018		60
	0,001	0,0005 - 0,002		94
	0,001 (10)			22
		0,00053 - 0,0018		112 113
	0,00053			119
schol	0,014			33
	0,0100			113
	0,00145	0,0005 - 0,0022		112
	0,001	0,0009 - 0,0011		15 94
spiering	0,00344			112
sprot	0,011			15
	0,0106			113 117
stokvis	0,001	0,0007 - 0,0013		112
tarbot	0,0015			42
tongschar	0,001	0,0006 - 0,001		94
	0,001			116
	0,0008	0,0006 - 0,001		15
toonhaai	0,0005			16 92
zeeduivel	0,00002			42
zeewolf	0,002	0,0018 - 0,0028		15

Tabel A.8. - Pantotheenzuurgehalten in verse zeevis, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Gemiddelde	Spreiding	Referenties
bot	1,10		16
	1,0		116
	0,143 (nc)		100
	0,137 (c)		100
doornhaai	0,75		16 116
harder	0,83		53
	0,75		16
		0,69 - 0,83	15 116
haring	9,3		112
	1,0	0,93 - 0,97	15 94
	1,0		116
(winter, vette, kleine)	0,95		18
		0,930 - 1,000	113
heilbot	0,360		113
	0,30		112
	0,299		82
	(6-15)		
	0,25	0,15 - 0,36	15
horsmakreel		0,2 - 0,5	15
kabeljauw	0,180		117
	0,17	0,08 - 0,31	15
	0,122		82
	(6-15)		
	0,12		112
	0,11	0,08 - 0,15	60
		0,110 - 0,180	125
		0,070 - 0,180	113
koolvis	0,40	0,35 - 0,41	94
	0,40		16
leng	0,32		112
	0,30	0,24 - 0,36	15
lom	0,30	0,30 - 0,31	15
	0,12		112
makreel	1,03		18 117
	1,00	0,97 - 1,09	15 94
	1,0		116
		0,380 - 1,030	113
	0,464		82
	(6-15)		
	0,46		112
	0,38		10

	0,30		104
	0,10		16
neushaai	0,30	0,25 - 0,33	15
pollak	0,30	0,25 - 0,42	15
		0,25 - 0,42	116
rode zeebaars	0,36		15
rog	0,75	0,46 - 1,23	15
schar	0,30		16
schelvis	0,25	0,04 - 0,29	15 94
	0,25		116
		0,35 - 0,250	113
	0,140		82 112
	(6-15)		
	0,107 (10)		22
	0,089	0,038 - 0,150	60
spiering	0,064		112
	0,638		82
	(6-15)		
sprot	1,090		15 113
			117
	0,11		16
stokvis	0,35		16
tongschar	1,0		116
	0,30	0,25 - 0,42	15
zeewolf	0,50	0,50 - 0,64	15

Tabel A.9. - Het nicotinezuurgehalte in verse zeevis, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Gemiddelde	Spreiding	Referenties
bot	3,8		121
	3,5	2,0 - 4,3	15
	3,5		116
	3,4	2,09 - 4,35	112
doornhaai	5,0	5,1 - 5,3	15
	5,0		116
harder	7,5		16
		6,9 - 7,7	
haring	4,3	3,1 - 5,6	112
	4,0	2,0 - 6,3	15 94 121
	4,0		72 96
			104 116
		2,9 - 5,5	113
	3,9	3,7 - 4,1	18
		2,9 - 4,0	81 88
	3,5		127
	3,0		86 121
	2,05 (40)		58
heilbot	6,80		104
	6,14	3,0 - 9,2	112
	6,1	3,0 - 11	121
	6,0	3,0 - 11,0	15 94
	4,4		10
	4,0		117
horsmakreel	5,2		92
	5,0		16
kabeljauw	3,0		72 121
	2,57	2,3 - 3,3	60
	2,5		125
	2,3		87 127
	2,05	1,58 - 2,72	112
	2,0	1,5 - 2,3	15 94
	2,0		84 116
			117 121
	1,95		6 121
	1,80		104
	1,75		82
	(6-15)		
		1,5 - 3,7	113
		1,7 - 3,0	83
	1,7		74 120 121
koolvis	ca 4		112
	3,5	3,2 - 4,4	15 94

leng	2,7 2,5 2,30	2,1 - 2,5	121 15 112
lom	3,0 2,25 2,2	2,7 - 2,8 2,20 - 2,30	15 112 119
makreel	10,7 9,4 9,35 8 7,67 7,62 7,5 7,5 7,2	9,3 - 9,4 4,10 - 11,4 4,1 - 11,4 5,5 - 10,7 5,5 - 7,9 5,5 - 7,2	10 117 18 104 112 109 15 94 116 121 113 81 88 96
	4,9 1,24 (6-15)		
makreelhaai	9,9		15
neushaai	7,5	7,0 - 10,0	15
pollak	2,0 2,0	1,6 - 2,0	15 116
rode zeebaars	2,5 2,0		112 15
rog	2,5	2,3 - 2,4	15
schelvis	4,02 (10) 4,0 4,0 3,72 3,1 3,02 2,40 1,4 0,9 0,83	3,1 - 4,4 3,2 - 4,3 2,4 - 3,0 0,9 - 4,0	22 15 94 116 60 112 119 104 127 113 30 121 82
schol	4,0 3,5	2,15 - 10,6	15 94 112 113
spiering	3,60 (6-15) 1,45		82 111
sprot	5,0 4,8		16 15 113 117

stokvis	3,5 2	1,56 - 5,0	112 104
tarbot	14,8 3,0 2,30		42 112 104
tong	3,0		112
tongschar	3,5 3,5	2,6 - 4,3	54 94 116
toonhaai	5,6		92
wijting	2,10		104
zeewolf	2,4 2,0	2,3 - 2,5 1,3 - 2,5	112 15
zwarte heilbot	1,5		117

Tabel A.10. - Het foliumzuurgehalte in verse zeevis, uitgedrukt
in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Gemiddelde	Referenties
heilbot	0,071	24
	0,002	112
	0,00195	82
kabeljauw	0,00175	82
lom	0,002	112
makreel	0,00124	82 112
schelvis	0,000813	82 112
spiering	0,0366	112
	0,00366	82

Tabel A.11. - Het biotinegehalte in verse zeevis, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Gemiddelde	Spreiding	Referenties
bot	0,0042		16
doornhaai	0,011		16
haring	0,01 0,01	0,009 - 0,016	15 94 116
heilbot	0,008 0,005 0,005 0,005 0,0027 0,0019 0,00189 (6-15)	0,003 - 0,008 0,0027 - 0,008	24 86 147 94 15 116 16 112 82
kabeljauw	0,003 0,0026 0,000189 (6-15)		94 15 116 82
koolvis	0,072 0,0072 0,007		16 15 94
leng	0,0042		15
lom	0,0048 0,00012		15 112
makreel	0,007 0,007 0,0015 (6-15)	0,006 - 0,008	15 94 116 82 112
makreelhaai	0,0075		16
neushaai	0,0039		16
pollak	0,0042 0,0032		16 15 116
rode zeebaars	0,011 0,001		16 15
schelvis	0,005 0,0048 0,000293 (6-15) 0,00029		94 15 116 82 112
schol	0,09		15 94
spiering	0,00303		82

tongschar	0,0303	112
zeewolf	0,0042	16
	0,0037	15

Tabel A.12. - Het gehalte aan vitamine C in verse zeevis, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Gemiddelde	Spreiding	Referenties
congeraal	1,0		41
haring	2,7		104
	0,5	0 - 1,4	104
	(6,6)(*)	(5,1 - 5,8)(*)	40
kabeljauw	2		127 112 63
		0 - 2,00	121
	(6,6)(*)	(4,2 - 8,8)(*)	40
makreel		0 - 0,8	112
pollak	1,0		41
rode zeebaars	ca 3		112
schelvis	sporen		112
schol	1,5		112
	(8,1)(*)	(6,7 - 9,5)(*)	40
stokvis	1		104
	0		112
tarbot	sporen		112
wijting	2		104

(*) gehalte van 100 g drooggewicht.

Tabel A.13. - Het vitaminegehalte van ingeblikte haring, sprout en makreel uitgedrukt in I.E. (vit. A) en mg (vit. B-complex) per 100 g eetbaar gedeelte (*).

Soorten (met omschrijving)	Vit. A	B1	B2	B6	B12	Nicot. Z.	Pant. Z.	Biotine	Ref.
<u>Haring</u>									
- <u>in blik</u>	221 (142-378)	0,067 (0,043-0,118)	0,19 (0,16-0,23)	-	-	4,8 (3,8-5,9)	-	-	99
	228 (69-406)	0,069 (0,021-0,123)	-	-	-	-	-	-	101
	-	-	(0,17-0,20)	-	-	-	-	-	59
						(2,9-3,35)	-	-	88
- <u>in tomatensaus</u>	33	0,06	0,18 (0,18-0,20)		0,006	2,6	0,6		112
(K)		0,04	0,30	0,15	0,0010	5,0	0,75	0,011	16
(K)		0,04 (0,03-0,045)	0,3 (0,29-0,30)	0,14 (0,13-0,15)	0,0010 (0,009-0,011)	5,0 (4,1-5,8)	0,70 (0,70-0,73)	0,011 (0,007-0,013)	14
(K)		0,045	0,300		0,009	5,8	0,730		117
(3-5 merken) geanalyse.			0,29	0,17 (0,16-0,19)		3,8	0,75	0,010 (0,019-0,011)	15
(filets)			0,19	0,1		5,3			96
(filets)	40	0,06	0,18			2,6			107
(filets alleen)	62	0,02	0,19			3,4			107
(tomatensaus)	0	0,08	0,16			1,5			107

- <u>in_olie</u> (K)		0,04	0,30	0,14	0,0010	5,0	0,70	0,011	16
(K)		0,04	0,3	0,15	0,010	5,0	0,75	0,011	15
		(0,003-0,060)	(0,16-0,41)	(0,10-0,20)	(0,008-0,010)	(1,9-5,7)	(0,42-0,95)	(0,008-0,013)	
(K)		0,045	0,325	0,1	0,008	5,3			117
(rookharingfilets)	40	0,04	0,15			3,6			107
(*)									
- <u>in_bouillon</u>			0,24	0,15	0,0110	3,2	0,77	0,011	16
(3-5 merken)			0,24	0,15	0,011	3,2	0,77	0,011	
geanalys.				(0,13-0,19)				(0,011-0,012)	
- <u>in_bereidingsvocht</u>									
(braadharing)	65	0,01	0,13			3,9			107
(*)									
- <u>in_roomsaus</u>									
(filets)	90	0,03	0,20			3,2			107
- <u>in_mosterdsaus</u>									
(filets)	43	0,02	0,17			2,9			107
<u>Makreel</u>									
- <u>in_blik</u>	429	0,058	0,20			5,8			99
(214-904)		(0,040-0,086)	(0,17-0,26)			(5,0-6,6)			
		0,034				7,82			65
		(0,021-0,045)				(4,1-11,4)			
			(0,21-0,27)						59
- <u>in_olie</u>		0,08	0,30	0,22	0,008	6,0	0,50	0,010	16
		0,058	0,20	0,21		5,8	0,31	0,003	99
		(0,040-0,086)	(0,17-0,26)	(0,18-0,26)		(5,0-6,6)	(0,18-0,26)	(0,003-0,004)	

(K)	0,10	0,35	(0,17-0,39)	0,008	(5,5-8,0)	0,55	(0,010-0,017)	15
(filets)	0,06	0,35	0,27	0,010	10,6	0,69	0,010	16
(filets)	0,06	0,35	0,27	0,010	10,6	0,69	0,010	15
		(0,16-0,47)	(0,23-0,41)				(0,008-0,012)	
- <u>in tomatensaus</u>								
(K)	0,10	0,35	(0,20-0,31)	0,005	8,8	0,59	(0,010-0,012)	15
- <u>in bouillon</u>	0,10	0,29		0,005	10,0	0,57		16
								117
<u>Sprot</u>								
- <u>in olie</u>	0,03	0,33	0,25	0,010	6,0	0,80	0,015	15
	(0,01-0,26)	(0,14-0,62)	(0,15-0,26)	(0,008-0,011)	(2,5-6,7)	(0,60-0,91)	(0,014-0,016)	
(gerookt)	0,03	0,325		0,0108	6,7	0,80		117
- <u>in tomatensaus</u>	0,03	0,33	0,22	0,010	5,5	0,60	0,015	15
	(0,02-0,045)	(0,14-0,19)	(0,12-0,26)	(0,009-0,012)	(5,0-6,8)	(0,50-0,68)	(0,014-0,018)	
(gerookt)	0,03	0,325		0,0117	5,7	0,68		117
- <u>in blik</u>	(90-160)							121

(*) - bijkomende afkortingen : (K) kleine haring of makreel

(*) afgedropen visdelen

- de meeste analyses gebeurden op de totale inhoud van het blik

Tabel A.14. - Gehalten aan beta-caroteen, vitaminen C, D en E en foliumzuur in ingeblikte haring, uitgedrukt per 100 g eetbaar gedeelte.

- Beta-caroteen :	- tomatensaus	(107)	2,8 mg
	- haring in tomatensaus	(112)	1,38 mg
	- haringfilets in tomatensaus	(107)	1,3 mg
- Vitamine D :	- haring "in blik"	(117)	1200 I.E.
		(99)	333-500 I.E.
- Vitamine E :	- haring in tomatensaus	(112)	3,1 mg
- Foliumzuur :	- haring in tomatensaus	(112)	0,007 mg
- Vitamine C :	- haring in tomatensaus	(112)	0,8/0,5-1,0 mg
		(107)	1 mg
		(107)	2 mg

Tabel A.15. - Het vitaminegehalte van gezouten haring, uitgedrukt in I.E. (vit. A)
en mg (vit. B-complex) per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Vit. A	B1	B2	B6	B12	Nicot. Z.	Pant. Z.	Biotine	Ref.
<u>Gezouten haring</u>		0,03	0,35	0,21	0,0080	2,5	0,50	0,0090	16
			0,17		0,0080	2,0	0,50		117
	99	0,05	0,13	0,175		4			96
<u>Pekelharing</u>	158 (99-267)	0,035 (0,024-0,040)	0,29 (0,16-0,35)	0,22 (0,18-0,30)	0,006 (0,0027-0,0092)	3,0 (2,08-3,38)			112

Tabel A.16. - Het gehalte aan vitamine B-complex in gedroogde vis, uitgedrukt in mg per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	B1	B2	B6	B12	Pant. Z.	Nicot. Z.	Biotine	Ref.
Klipvis	0,01	0,20	0,18	0,0035	0,34	2,5	0,0065	16
	0,008 (0,026-0,129)	0,20 (0,07-0,27)	0,20 (0,16-0,31)	0,0035	0,34 (0,26-0,36)	2,5 (1,6-2,8)	0,0065 (0,005-0,008)	14
		0,230		0,0036	0,34	2,4		21
	0,02	0,27 (0,23-0,30)		0,0036	0,34	2,90 (2,40-3,40)		112
Stokvis	0,01	0,24	0,30	0,0100	1,75	7,5	0,0160	16
	0,008	0,24 (0,20-0,26)	0,30 (0,25-0,37)	0,010 (0,005-0,012)	1,75 (1,67-2,12)	7,5 (5,7-16,0)	0,0160 (0,012-0,018)	14
		0,240		0,0100	1,675	7,5		21
	0,087 (0,026-0,13)	0,11 (0,066-0,13)	0,20 (0,16-0,31)	0,001 (0,007-0,0013)		3,5 (1,56-5,0)		112
Geweekte stokvis ("lütéfisk")		0,005	0,07	0,0012	0,08	0,23	0,0025	14
		0,050		0,0012	0,075	0,2		16 21

Tabel A.17. - Het vitaminegehalte van enkele gerookte vissoorten, uitgedrukt in I.E. (vit. A) en mg (vit. B-complex) per 100 g eetbaar gedeelte.

Soorten	Vit. A	B1	B2	B6	B12	Nicot. Z.	Pant. Z.	Biotine	Ref.
<u>Haring</u>	160								121
	100	0,05	0,13	0,175		4,0			96
						4,8			99
						(3,8-5,9)			
						(2,9-3,35)			88
		0,04 (0,007-0,082)	0,2 (0,16-0,28)	0,35 (0,20-0,48)	0,015	5,0 (3,9-5,8)	0,88	0,0105	15
	280-1600		0,40			2 - 3			104
(gezouten)			0,28			2,9			104
(gestoomd)			0,28		0,015	4,2	0,88		117
(juli tot nov.)	49 (0-82)	0,040 (0,007-0,082)	0,29 (0,16-0,38)	0,35 (0,30-0,40)	0,011 (0,010-0,0122)	3,5 (2,90-5,75)			112
<u>Kabeljauw</u>		0,056 (0,038-0,080)	0,034 (0,024-0,040)		0,00118 (0,00036-0,0022)	2,93 (2,1-3,5)	0,158 (0,13-0,23)		60
		0,05	0,05	0,22	0,0015	2,5	0,20	0,0014	16
			0,05 (0,015-0,11)	0,22	0,0015 (0,0002-0,0027)	2,5 (1,3-3,5)	0,20 (0,13-0,34)	0,0014	15
<u>Makreel</u>	230								121
						7,82 (4,01-11,4)			65

<u>Schelvis</u>	198					5,8 (5,0-6,6)			95
		0,14 (0,10-0,20)	0,35 (0,22-0,47)	0,50 (0,30-0,68)	0,012	9,0 (5,9-13,0)	0,52	0,0077	15
		0,14 (0,10(0,20)	0,35 (0,22-0,47)			10,0 (5,9-13,0)			112
			(0,055-0,103)						59
	sporen	0,063 (0,047-0,10)	0,024 (0,017-0,037)		0,00129 (0,0011-0,0014)	4,56 (3,5-5,2)			60
		0,05	0,03		0,0012	0,12	0,114 (0,068-0,16)		16
		0,05	0,10			2,5			112
		0,06	0,10	0,05	0,0006	1,5	0,72	0,0025	16
			0,14						59
			0,17		0,0006	1,5	0,72		117
		0,06	0,10 (0,04-0,17)	0,05 (0,03-0,08)	0,0006		0,72	0,0025	15
	109	0,060	0,040			6,0			112
<u>Zwarte heilbot</u> (8 d. gezouten)									



C.L.O. Offset-Repro-Fotografie

